BEITRÄGE ZU EINER GENETISCHEN ANALYSE ZWEIER GODETIA-ARTEN UND IHRER BASTARDE

VON

HANS RASMUSON

LUND 1921, BERLINGSKA BOKTRYCKERIET

BEITRÄGE ZU EINER GENETISCHEN ANALYSE ZWEIER GODETIA-ARTEN UND IHRER BASTARDE

VON

HANS RASMUSON

LIC. PHIL., YST.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

AKADEMISCHE ABHANDLUNG

ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE MIT GENEHMIGUNG
DER PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT IN LUND
AM 3. MAI 1921 UM 12 UHR MITTAG IM HÖRSAAL DES BOTANISCHEN INSTITUTS
ÖFFENTLICH ZU VERTEIDIGEN

LUND 1921, BERLINGSKA BOKTRYCKERIET

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553402_0052

BEITRÄGE ZU EINER GENETISCHEN ANALYSE ZWEIER GODETIA-ARTEN UND IHRER BASTARDE

VON *HANS RASMUSON*
HILLESHÖG, LANDSKRONA

(With a summary in English)

IM Sommer 1917 habe ich Versuche mit den beiden *Godetia*-Arten *Whitneyi* und *amoena* angefangen mit der Absicht, erstens durch Kreuzung verschiedener Varietäten derselben Art eine vollständige genetische Analyse dieser beiden Arten auszuführen, und zweitens durch Kreuzungen zwischen den beiden Arten festzustellen, ob diese Artbastarde in F_2 spalten und, wenn dies der Fall ist, ob sie nach denselben Gesetzen wie die Varietätenbastarde spalten. Da die Gattung *Godetia* mit *Oenothera* nahe verwandt ist, würde es von besonderem Interesse sein festzustellen, ob in jener Gattung ähnliche komplizierte Verhältnisse wie in dieser vorliegen. Mit Arten der verwandten Gattung *Clarkia* habe ich gleichzeitig genetische Versuche angefangen, über die ich schon eine kurze Mitteilung (RASMUSON 1920 b) veröffentlicht habe. Die oben genannten Aufgaben sind natürlich noch nicht völlig gelöst, dazu ist noch viel mehr Zeit nötig, da aber schon viele Resultate vorliegen, finde ich es zweckmässig, diese jetzt zu veröffentlichen. Eine kurze Zusammenfassung einiger Resultate ist schon früher (RASMUSON 1919) mitgeteilt worden.

Die Ausführung und Bearbeitung der Versuche haben seit 1919 sehr darunter gelitten, dass ich im Frühjahr dieses Jahres als Folge der Grippe (»spanischen Krankheit») schwer krank wurde und deswegen die Beobachtungen nicht in der Masse ausführen konnte, wie ich ursprünglich die Absicht hatte. Glücklicherweise hatte ich das meiste Samenmaterial schon früher ausgesät und auch die meisten Keimpflanzen pikiert. Die übrigen wurden von meinen Freunden den Weibullsholmer Genetikern N. HERIBERT-NILSSON, C. HALLQVIST und C. HAMMARLUND pikiert, und ich möchte ihnen dafür hier meinen herzlichen Dank sagen. Auch danke ich herzlich dem Stud. NILS CHRISTOFFERSSON, der mir bei den Messungen und Zählungen geholfen hat. Dass es mir möglich wurde die Versuche in so grossem Massstabe,

wie es nötig war, auszuführen, verdanke ich der Liebenswürdigkeit des Herrn Direktörs in der Schwedischen Zuckerfabriken A.-G. H. TRANCHELL, der mir ein Stück Ackerboden zur Verfügung gestellt hat, und spreche ich ihm dafür meinen ergebensten Dank aus.

MATERIAL UND METHODIK.

Das Material für meine Kreuzungen habe ich aus Samen gezogen, die ich von »Trädgårdsföreningen», Gothenburg, und H. Mette, Quedlinburg, bezogen hatte. Es bestand aus zahlreichen Varietäten der beiden Arten *G. Whitneyi* T. MOORE und *G. amoena* LILJA. Besonders jene Art zeigte grosse Variabilität, während diese in meinem Material nur wenige Typen umfasste. Zu dieser Art gehören auch (Index Kewensis) die zuweilen (LILJA 1839) als besondere Arten aufgenommenen Formen *Lindleyana* SPACH und *rubicunda* LINDLEY. Ausser den Varietäten dieser beiden Arten habe ich eine Form (1917—17—6) benutzt, die als *amoena* angegeben wurde, aber diese Art sicher nicht gehörte, da sie in mehreren bedeutenden Eigenschaften von ihr abwich, z. B. in den ungestielten Früchten (JEPSON 1901) und darin, dass sie mit *Whitneyi*-Formen völlig fertile F_1-Bastarde gab, während die F_1-Bastarde von *Whitneyi* und *amoena* in meinen Versuchen alle fast völlig steril waren. Sie stand der Art *Whitneyi* ziemlich nahe, wich aber auch von dieser in einigen Merkmalen ab und wäre nach dem Schema in der Flora von JEPSON an die Art *quadrivulnera* zu führen. Diese Art scheint aber *Whitneyi,* welche in der betreffenden Flora nicht vorkommt, ziemlich ähnlich zu sein, besonders darin, dass sie auch stark variabel ist und in der Blütenfarbe mehrere ähnliche Formen umfasst, sie soll aber einen lockeren Blütenstand haben, während dieser bei *Whitneyi* wenigstens oben mehr oder weniger dicht ist. Ich möchte aber hier nicht näher auf diese rein systematische Fragen eingehen, da ich hoffe später in einer anderen Arbeit dies tun zu können. Für diese genetische Untersuchung genügt es, dass die in meinen Versuchen zu Kreuzungen zwischen *Whitneyi* und *amoena* benutzten Pflanzen sicher auch verschiedenen Arten gehörten, was auch aus der Sterilität der F_1-Bastarde hervorgeht, dass also hier mit Sicherheit Artbastarde gebildet wurden.

Bei der Ausführung der Versuche habe ich alle übliche Vorsichtsmassnahmen getroffen. Bei der Bestäubung habe ich immer die Staubfäden mit einer Pinzette abgerissen und die Antheren direkt auf die Narbe gerieben. Nach jeder Bestäubung wurde die Pinzette, um auf

ihr möglicherweise festsitzende Pollenkörner zu töten, in Alkohol eingetaucht. Die Samen wurden in den ersten Jahren in Erde in Keimschalen, später aber grösstenteils auf Filtrierpapier in Petrischalen gesät (vergl. den Abschnitt Keimungsversuche). Die Keimpflanzen in den Petrischalen wurden, wenn sie eine genügende Grösse erreichten, in Erde in kleine Holzkasten in solcher Entfernung gepflanzt, dass sie später ebenso wie die in ähnlicher Weise pikierten Keimpflanzen aus den Keimschalen mit einem Stückchen festsitzender Erde in das Versuchsfeld ausgepflanzt werden konnten. In dieser Weise gelang diese Auspflanzung sehr gut, und nur sehr wenig Pflanzen gingen dabei ein.

Bei der Bezeichnung der Pflanzen habe ich immer in meinen genetischen Versuchen eine bestimmte Methode benutzt, die ich auch hier bei *Godetia* verwendet habe. Jede Kreuzung wird nämlich mit einer römischen Ziffer bezeichnet. Die verschiedenen F_1-Pflanzen bekommen diese Ziffer nebst einer arabischen, z. B. X—1, X—2 u. s. w. Eine F_2-Pflanze bekommt die Bezeichnung der entsprechenden F_1-Pflanze nebst einer neuen Ziffer, also z. B. X—1—1, X—1—2 u. s. w. In dieser Weise ist es immer möglich die Verwandtschaft und Abstammung einer Pflanze, die aus einer Kreuzung stammt, zu erkennen. Andere Pflanzen habe ich bei *Godetia* meistens mit der Jahreszahl, der Nummer der Parzelle und der Nummer der Pflanze selbst bezeichnet, z. B. 1917—20—5 = die Pflanze 5 in der Parzelle 20 des Jahres 1917. Solche Pflanzen, bei denen nur Messungen ausgeführt wurden, wurden meistens mit einem Buchstaben an Stelle der Nummer der Pflanze selbst bezeichnet. Auch war dies der Fall bei einigen *P*-Pflanzen, die aus einer andern Aussaat stammten als die übrigen derselben Sorte, z. B. 1917—26—a.

In dieser Arbeit habe ich bei Spaltungszahlen, die grösser als 50 sind, fast immer den mittleren Fehler nach den von JOHANNSEN (1913, S. 41, 91, 97 u. 515) angegebenen Formeln und Methoden berechnet. Bei Zahlen kleiner als 50 habe ich dies meistens unterlassen, weil es mir hier ziemlich nutzlos erschien.

KEIMUNGSVERSUCHE.

In den beiden ersten Versuchsjahren habe ich die Samen in Erde in Keimschalen gesät. Im Jahre 1918 bekam ich aber in den Nachkommenschaften einiger geselbsteten *amoena*-Pflanzen in bezug auf einen Farbencharakter (den später näher erwähnten »Querfleck») Spaltungen, die vom Verhältnis 3 : 1 stark abwichen und bei mehr als

100 Pflanzen das Verhältnis 1,5 : 1 zeigten. Da aus den schönen Untersuchungen über *Oenothera* von RENNER (1917) hervorgeht, dass komplizierte Zahlenverhältnisse durch die fehlende Lebensfähigkeit von Samen bestimmter Genotypen zustande kommen können, kam ich auf den Gedanken, dass bei *Godetia* ähnliche Verhältnisse vorliegen könnten, da *Godetia* mit *Oenothera* verwandt ist. Das Verhältnis 1,5 : 1 hätte ja dadurch zustande kommen können, dass die Samen, die den Querfleck homozygotisch tragen, nicht oder wenig keimfähig seien, und dass überhaupt Samen mit der Anlage für diesen Fleck weniger keimfähig seien als diejenigen ohne diesen. Man müsste dann erwarten, dass Pflanzen mit diesem Charakter einen geringeren Prozent keimfähiger Samen geben würden als diejenigen, die diesen Charakter nicht besassen. Ich habe deswegen im Frühjahr 1919 einige Samen verschiedener *amoena*-Pflanzen mit oder ohne den Querfleck in Petrischalen, die im Inneren mit Filtrierpapier, das immer feucht gehalten wurde, überzogen waren, ausgesät. Diese wurden bei Zimmertemperatur (etwa 14—19° C.) aufbewahrt, nachdem ich durch Versuche bei sowohl dieser Temperatur als auch in einem Thermostaten bei + 30° C. konstatiert hatte, dass jene Temperatur die beste war. So keimten z. B. in einem Versuche bei Zimmertemperatur 64,6 % der Samen, während im Thermostaten nur 25 % keimten. Das Resultat der Keimungen von den verschiedenen *amoena*-Samen war, dass von drei Pflanzen mit dem Querfleck die zwei einen höheren Keimprozent (85,1 und 87,5, Mittel von drei bezw. zwei Versuchen) hatten und nur eine einen niedrigeren (65,3, Mittel von drei Versuchen) als die Pflanze ohne den Querfleck (73,0, Mittel von zwei Versuchen) und dass alle drei Pflanzen mit dem Querfleck zusammen einen höheren Prozent gekeimter Samen als diese gaben. Die Samen der Pflanzen mit dem Querfleck keimen also wenigstens so gut wie die Samen der Pflanzen ohne diesen. Die Verschiebung des Verhältnisses kann also nicht dadurch zustande gekommen sein, dass die Samen, die den Querfleck genotypisch besitzen, eine geringere Keimfähigkeit als die übrigen besitzen. Bei den Pflanzen dieser Versuche war auch das Verhältnis dem theoretischen 3 : 1 viel näher als im vorigen und kann diesem sehr wohl entsprechen. In einigen Parzellen war die Abweichung sogar in der entgegengesetzten Richtung. Die Abweichung kann dieses Jahr (1919) als nur vom Zufall bedingt betrachtet werden.

Da die Samen 1919 in Petrischalen, 1918 dagegen in Erde gesät wurden, ist es sehr wohl möglich, dass in Erde eine Selektion stattfinden kann, so dass die Samen mit der Anlage für den Querfleck

schlechter aufgehen als die übrigen. Dies braucht aber nicht durch eine schlechtere Keimfähigkeit dieser Samen sondern kann auch durch eine geringere Resistenz der ganz kleinen Keimpflanzen verursacht worden sein. Um festzustellen, ob in Erde eine grössere Zahl der Keimpflanzen eliminiert werden als in Petrischalen, habe ich deswegen 1920 viele Samensorten sowohl in Erde als auch in Petrischalen und andere nur in Petrischalen oder nur in Erde keimen lassen. Das Resultat geht aus den Tabellen 1—3 hervor.

Beim Vergleich der beiden Tabellen 1 und 2 sieht man sofort, dass in Petrischalen ein viel grösserer Teil der Samen gesunde Keimpflanzen gibt als in Erde, nämlich von *Whitneyi* 78,6 % und von *amoena* 82 %, in Erde dagegen nur 53,2 bezw. 35,7. Wenn man die überhaupt *gekeimten* Samen in Petrischalen berücksichtigt, ist der Unterschied noch grösser (81,1 und 85,6 bezw. 53,2 und 35,7), mir scheint es aber richtiger, nur die Zahl derjenigen Keimpflanzen, die pikiert werden konnten, mit der in Erde erhaltenen Zahl zu vergleichen. Da die in diesen Tabellen mitgenommenen Samensorten entweder nur in Erde oder nur in Petrischalen keimten, sind die Zahlen nicht ganz vergleichbar, da aber die in der einen Tabelle vorkommenden Sorten oft mit den in der anderen vorkommenden nahe verwandt waren, glaube ich nicht, dass darin eine Ursache des Unterschieds liegen kann. Ein prinzipieller Unterschied zwischen den beiden Arten *Whitneyi* und *amoena* ist in dieser Sache nicht vorhanden. Schon aus diesen beiden Tabellen kann man also den Schluss ziehen, dass beim Aussäen der Samen in Erde ein viel kleinerer Teil lebensfähige Keimpflanzen gibt als beim Aussäen in Petrischalen, dass also in Erde eine viel schärfere Selektion stattfinden muss.

Dieser Schluss wird durch die Tabelle 3 als völlig richtig bewiesen. Diese enthält die Sorten, von denen einige Samen in Erde und später andere in Petrischalen gesät wurden. Der Unterschied ist sehr deutlich, 61,1 % pikierte Pflanzen und 74,2 % gekeimte Samen in Petrischalen, nur 23,6 % Keimpflanzen in Erde. Da beim Aussäen in Petrischalen, das immer später als in Erde geschah, oft nur wenige Samen noch vorhanden waren, konnten zuweilen nicht genug gute Samen in die Petrischalen ausgelegt werden, sondern auch solche mussten mitgenommen werden, die etwas schlecht aussahen. Deswegen müsste man eigentlich erwarten, wenigstens bei einigen Sorten, in Erde verhältnismässig mehr Keimpflanzen als in Petrischalen zu erhalten. Dies war tatsächlich der Fall bei der Pflanze III—4—10, wo in Erde 27,5 % und in Petrischalen nur 4 % Keimpflanzen er-

TABELLE 1. *Keimung der in Erde gesäten Samensorten 1920.*

Samen-Sorte	Gesät	Zahl der Samen	Zahl der Keimpflanzen	
			absolute	% der Samen
Whitneyi				
II—4—1	23/3	30	16	53,3
II—4—8	»	40	7	17,5
III—2—2	11/3	40	23	57,5
» —3	»	40	31	77,5
» —6	14/3	40	24	60,0
» —7	»	40	21	52,5
» —8	»	35	26	74,3
» —10	»	20	17	85,0
» —12	»	40	27	67,5
III—4—3	6/3	40	26	65,0
» —5	»	40	24	60,0
» —9	»	40	26	65,0
» —19	11/3	40	31	77,5
» —20	»	40	30	75,0
» —21	»	25	0	0,0
III—6—1	6/3	30	18	60,0
» —3	»	50	24	48,0
» —4	16/3	40	20	50,0
» —7	23/3	40	36	90,0
III—28—1	16/3	40	25	62,5
» —2	»	40	1	2,5
V—1—4	23/3	40	28	70,0
» —10	»	40	30	75,0
» —11	5/4	40	29	72,5
» —12	»	40	20	50,0
» —13	»	40	30	75,0
VI—2—1	»	40	30	75,0
» —2	»	40	25	62,5
» —3	»	40	33	82,5
» —4	»	40	36	90,0
X—2—3	27/4	15	2	13,3
» —4	»	25	18	72,0
» —5	»	20	13	65,0
» —6	»	16	8	50,0
» —7	»	40	32	80,0
» —8	»	40	40	100,0
X—2—2 × X—2—6	»	40	16	40,0
X—2—3 × X—2—6	»	13	9	69,2
X—2—4 × X—2—6	»	40	12	30,0

Samen-Sorte	Gesät	Zahl der Samen	Zahl der Keimpflanzen	
			absolute	% der Samen
II—1	16/4	100	18	18,0
IV—2	»	100	27	27,0
V—20	»	100	17	17,0
X—5	»	100	8	8,0
XI—9	»	100	16	16,0
XV—1	»	90	26	28,9
XVII—1	»	100	22	22,0
XX—2	»	100	22	22,0
VIII—1	12/5	60	36	60,0
» —2	»	60	35	58,3
» —4	»	50	6	12,0
Mittel	—	—	—	53,2
Amoena				
IX—27—4 × IX—27—5	27/4	50	6	12,0
IX—30	16/4	100	48	48,0
» —31	»	100	47	47,0
Mittel	—	—	—	35,7

TABELLE 2. *Keimung der in Petrischalen gesäten Samensorten 1920.*

Samen-Sorte	Gesät	Zahl der Samen	Zahl der Keime		Pikierte Pflanzen	
			absolute	% der Samen	absolute Zahl	% der Samen
Whitneyi						
III—2—9	18/2	37	9	24,3	4	10,8
III—4—6	»	50	47	94,0	40	80,0
» —7	»	50	0	0,0	0	0,0
III—6—2	»	34	34	100,0	34	100,0
XIV—30—1	7/8	40	40	100,0	40	100,0
» —2	9/8	39	31	79,5	30	76,9
» —3	7/8	40	34	85,0	34	85,0
» —5	15/8	25	20	80,0	20	80,0
» —6	9/8	20	16	80,0	16	80,0
» —8	»	30	28	93,3	28	93,3
» —9	21/8	40	40	100,0	40	100,0
» —10	»	39	36	92,3	36	92,3
» —11	»	20	19	95,0	19	95,0
» —12	»	20	14	70,0	11	55,0
» —13	»	25	25	100,0	25	100,0

Samen-Sorte	Gesät	Zahl der Samen	Zahl der Keime		Pikierte Pflanzen	
			absolute	% der Samen	absolute Zahl	% der Samen
XXIV—2	21/3	100	93	93,0	90	90,0
XXV—1	»	100	91	91,0	91	91,0
» —2	»	40	27	67,5	14	35,0
VI—1	»	60	48	80,0	48	80,0
III—j	24/4	100	95	95,0	90	90,0
XIV—1	»	100	73	73,0	63	63,0
XIV—30	16/5	50	46	92,0	45	90,0
III—2	»	70	70	100,0	70	100,0
1918—36—3	»	20	18	90,0	18	90,0
XXIV	»	20	19	95,0	19	95,0
1918—38—12	»	20	8	40,0	5	25,0
XXV	»	7	7	100,0	7	100,0
III	12/5	20	19	95,0	19	95,0
IV	»	10	10	100,0	10	100,0
V	»	20	12	60,0	12	60,0
VII	24/4	25	23	92,0	23	92,0
VIII	22/5	20	18	90,0	18	90,0
X	»	20	18	90,0	18	90,0
XI	12/5	20	17	85,0	17	85,0
XIV	8/4	20	19	95,0	19	95,0
XVII	12/5	20	18	90,0	18	90,0
XX	22/5	20	18	90,0	18	90,0
1917—1—5	16/5	15	0	0,0	0	0,0
1917—1—7	»	20	11	55,0	11	55,0
1917—5—4	»	20	20	100,0	20	100,0
1917—8—6	»	6	5	83,3	5	83,3
1917—13—5	»	15	7	46,7	7	46,7
1917—20—5	8/4	20	18	90,0	18	90,0
1917—26—a	22/5	20	18	90,0	18	90,0
1917—32—a	8/4	20	19	95,0	18	90,0
1917—35—1	22/5	20	15	75,0	15	75,0
Mittel	—	—	—	81,1	—	78,6
Amoena						
IX—1—2	14/4	100	98	98,0	95	95,0
» —3	»	100	97	97,0	96	96,0
» —4	»	100	96	96,0	95	95,0
» —11	21/4	100	100	100,0	99	99,0
» —13	»	100	44	44,0	30	30,0
» —14	»	100	50	50,0	41	41,0
IX	22/5	20	20	100,0	20	100,0
1917—30—a	8/4	20	20	100,0	20	100,0
Mittel	—	—	—	85,6	—	82,0

TABELLE 3. *Keimung der sowohl in Erde als auch in Petrischalen gesäten Samensorten.*

Samen-Sorte	In Erde gesäte Samen				In Petrischalen gesäte Samen					
	Gesät	Zahl der Samen	Zahl der Keime		Gesät	Zahl der Samen	Zahl der Keime		Pikierte Pflanzen	
			absolute Zahl	% der Samen			absolute Zahl	% der Samen	absolute Zahl	% der Samen
Whitneyi										
III—2—1 ...	23/3	40	12	30,0	29/4	30	29	96,7	29	96,7
» —13...	14/3	25	2	8,0	»	40	29	72,5	18	45,0
III—4—1 ...	6/3	40	15	37,5	5/5	25	20	80,0	20	80,0
» —10...	»	40	11	27,5	»	25	1	4,0	1	4,0
» —11...	»	40	15	37,5	8/5	25	22	88,0	22	88,0
» —12...	»	40	2	5,0	»	40	21	52,5	17	42,5
» —14...	11/3	25	0	0,0	9/5	12	2	16,7	0	0,0
» —15...	»	40	14	35,0	»	20	19	95,0	14	70,0
» —16...	»	40	19	47,5	»	20	17	85,0	0	0,0
» —17...	»	40	9	22,5	»	30	21	70,0	19	63,3
» —18...	»	40	5	12,5	»	30	19	63,3	17	56,7
III —28—3...	16/3	40	9	22,5	»	30	30	100,0	25	83,3
V—1—1	23/3	40	7	17,5	11/5	30	29	96,7	29	96,7
» —5	»	40	6	15,0	»	30	24	80,0	24	80,0
» —6	»	40	17	42,5	»	20	20	100,0	17	85,0
» —7	»	40	7	17,5	»	30	26	86,7	26	86,7
Mittel	—	—	—	23,6	—	—	—	74,2	—	61,1

halten wurden. Auch bei der Pflanze III—4—16 war dies der Fall, da hier in Erde 47,5 %, in Petrischalen 0 % lebensfähige Keimpflanzen erhalten wurden. Hier *keimten* aber in den Petrischalen nicht weniger als 85 %, alle Keimpflanzen starben aber vor dem Pikieren ab. Hier ist deswegen die Möglichkeit vorhanden, dass besondere äussere Verhältnisse, z. B. irgendeine Infektion, den Unterschied verursacht haben können. In allen übrigen Sorten war aber der Prozent von Keimpflanzen beträchtlich höher in den Petrischalen als in Erde. *Es ist also ganz gewiss, dass, wenn Godetia-Samen in Petrischalen auf feuchtem Filtrierpapier keimen, sie einen viel höheren Prozentsatz lebenstauglicher Keimpflanzen geben, als wenn sie in Erde in Keimschalen keimen dürfen.*

Diese Tatsache scheint mir von grosser Bedeutung zu sein. Wenn in Erde ein so grosser Teil der Samen wie in den Tabellen 1 und 3 (46,8 und 64,3 bezw. 76,4 %) keine Keimpflanzen gibt, ist es sehr

wohl möglich, dass, wenn in einer Samenprobe verschiedene Genotypen vorkommen, die einen kleinen Unterschied in der Resistenz gegen ungünstige Verhältnisse bei der Keimung zeigen, durch Selektion eine merkbare Verschiebung des Zahlenverhältnisses zwischen diesen Genotypen bei den erwachsenen Pflanzen entstehen kann. Eine solche kam möglicherweise in meinem oben erwähnten *amoena*-Material im Jahre 1918 vor. Vielleicht waren auch einige andere solche Abweichungen vom theoretischen Verhältnis, die im Jahre 1919 vorkamen und auf die ich später näher eingehen werde, durch eine ähnliche Selektion entstanden. In letztem Jahre (1920) habe ich viele Samenproben, die von Pflanzen stammten, die selbst oder deren Verwandten solche Abweichungen gezeigt hatten, und ausserdem mehrere andere Sorten in Petrischalen keimen lassen, um die Wirkungen einer Selektion möglichst zu vermeiden. Leider war es mir aus Zeitmangel nicht möglich alle Sorten in dieser Weise zu behandeln. *Ich halte es aber für absolut notwendig bei genetischen Versuchen, sobald von den gewöhnlichen abweichende Zahlenverhältnisse vorkommen, die Samen bei möglichst günstigen äusseren Umständen keimen zu lassen und jedenfalls immer den Prozent gekeimter Samen festzustellen.* Wenn dies nicht getan worden ist, ist es ganz nutzlos auf Grund der abweichenden Zahlenverhältnisse besondere Theorien aufzubauen.

I. VARIETÄTENKREUZUNGEN.

A. VERSUCHE MIT G. WHITNEYI.

BLÜTENFARBE.

In bezug auf die Blütenfarbe kommen viele verschiedene Typen von *G. Whitneyi* vor. Die Farben sind aber alle, nur Weiss und Gelb ausgenommen, verschiedene Nuancen von Violett und sind deswegen schwer zu beschreiben und bezeichnen. Ich habe darum alle Typen, nur Weiss ausgenommen, auf einer farbigen Tafel wiedergegeben, und eine ausführliche Beschreibung ist auf diese Weise unnötig geworden. Bei der Bezeichnung habe ich die mehr roten statt rotviolett nur rot, die mehr blauen violett, die mehr in der Mitte stehenden rosa, rosaviolett oder rotviolett genannt. Ich gebe hier ein Verzeichnis der in meinen Versuchen vorkommenden Farbentypen mit Hinweis auf die entsprechenden Figuren der farbigen Tafel.

1) *Weiss.* Die Blüten sind rein weiss, können aber beim Älterwerden etwas rötlich gefärbt werden.

2) *Rosa* (Taf. I, Fig. 3). Die Farbe kann bei diesem Typus zuweilen sehr schwach sein.

3) *Schwachviolett* (Taf. I, Fig. 1, 2). Die Farbe ist mehr blau als beim vorigen Typus aber auch oft sehr schwach, jedoch meistens stärker als die Figuren zeigen.

4) *Violett* (Taf. I, Fig. 4). Die Farbe ist hier stärker als beim vorigen Typus aber sonst von ziemlich ähnlicher Nuance. Die Mitte des Kronenblattes ist meistens heller, und oft ist das Pigment streifenweise verteilt.

5) *Rotviolett* (Taf. I, Fig. 6). Diese Form ist mehr rot als die vorige, ähnelt ihr aber in der Verteilung des Pigments.

6) *Rosaviolett* (Taf. I, Fig. 5). Die Farbe ist schwächer als beim vorigen Typus, sonst aber ziemlich ähnlich.

7) *Rot.* Die ganze Fläche des Kronenblattes ist rot, nur die Basis ist weiss. Von diesem Typus kommen drei verschiedene Nuancen vor, die aber oft schwer zu unterscheiden sind. Sie werden besonders bei der Kreuzung III behandelt und dort *hellrot* (Taf. I, Fig. 9), *violettrot* (Taf. I, Fig. 7) und *dunkelrot* (Taf. I, Fig. 8) genannt.

8) *Rot, Seitenränder hell.* Während der vorige Typus nur ganz unten heller ist, sind hier die Seitenränder meistens bis zum Aussenrande hell. Der Typus variiert ziemlich stark in der Breite der hellen Ränder, und auch kommt es vor, dass sie den Aussenrand nicht erreichen, wodurch Übergänge zum vorigen Typus entstehen. Auch hier kommen verschiedene, wenigstens zwei, Nuancen vor, die sich hier auch in der Farbe der Seitenränder, die entweder weiss oder mehr oder weniger schwach violett sein können (Taf. I, Fig. 10, 11, 12), unterscheiden. Die der dunkelroten entsprechende Form habe ich aber nicht mit Sicherheit beobachtet.

9) *Kleinfleckig* (Taf. I, Fig. 15). Auf weissem bis violettem Grunde kommt ein sehr kleiner Fleck von roter Farbe vor. Dieser Fleck kann in Grösse auch bei ein und derselben Pflanze variieren und fehlt zuweilen einigen Blüten, während er bei anderen vorhanden ist. Fast immer ist der Fleck in der Mitte mehr oder weniger eingeschnürt und oft geteilt, so dass er doppelt wird.

10) *Mit Fleck mittlerer Grösse* (Taf. I, Fig. 13). Diese Form ähnelt der vorigen, nur ist der Fleck grösser, obgleich er auch hier in Grösse variiert. Meistens ist er nicht doppelt, obgleich er auch hier in der Mitte eingeschnürt sein kann.

11) *Grossfleckig* (Taf. I, Fig. 14). Dieser Typus unterscheidet sich von dem vorigen dadurch, dass der Fleck noch grösser, obgleich

in ähnlicher Weise variabel ist. Nur selten erreicht er den Rand des Kronenblattes, wie die Fig. zeigt, sondern er ist fast immer davon durch einen deutlichen hellen Streifen getrennt. Diese drei gefleckten Typen können zuweilen nicht voneinander abgegrenzt werden, da sie ineinander übergehen.

12) *Mit schwachem Fleck* (Taf. I, Fig. 2, 3). Der Fleck ist hier sehr schwach, oft nur bei genauer Untersuchung sichtbar und kann zuweilen einzelnen Blüten einer Pflanze fehlen, obgleich er bei anderen vorhanden ist.

13) *Gelb* (Taf. I, Fig. 17; 18, 19). Die Blüte ist im äusseren Teil der Seitenränder mehr oder weniger gelb, die Farbe sonst kann aber einem der vorigen Typen, nur rot ausgenommen, entsprechen. Dieser Typus ist sehr variabel. Einerseits kann das ganze Blatt stark gelb und dann auch in der Form stark beeinflusst, andererseits können bei ein und derselben Pflanze nur einige Blüten etwas Gelb haben, während andere anscheinend gar kein Gelb besitzen. Da die gelbe Farbe mit fast allen anderen vereint sein kann, haben wir hier anscheinend eine Parallele zu den gelben Formen von *Antirrhinum* (Baur, 1910, 1919).

Da ich in einer früheren Mitteilung (Rasmuson 1919) einige Typen in anderer Weise bezeichnet habe, stelle ich hier diese Bezeichnungen mit den entsprechenden neuen zusammen: lila 1919 = violett; schwach lila 1919 = schwachviolett; rot, Basis hell 1919 = rot; rot, Basis und Seitenränder hell 1919 = rot, Seitenränder hell.

Da das Material stark heterozygotisch war, wie man ja erwarten konnte, da es aus gekauften Samen stammte und die Godetien Insektenblütler sind, kamen in den Kreuzungen meistens schon in F_1 Spaltungen vor, und dadurch wurden in F_2 derselben Kreuzung sehr verschiedene Spaltungen erhalten. Ich gebe deswegen im folgenden zuerst eine Beschreibung der verschiedenen Kreuzungen und dann eine Übersicht der Gene.

Weiss × *violett*, Kreuzung XI, 1917—20—5 × 1917—13—5.

Von den beiden *P*-Pflanzen stammte die eine, 1917—20—5, aus der Sorte Perl und war rein weiss. Bei Selbstbestäubung gab sie eine Nachkommenschaft, die aus nur weissen Pflanzen (etwa 30) bestand. Die andere *P*-Pflanze stammte aus der Sorte Cattleya und war violett. Ihre Nachkommen waren alle 20 violett, eine besass aber gelbe Aussenränder.

Die F_1-Generation bestand aus 14 Individuen, die alle violett wa-

ren. Es dominierte also violett über weiss. Nach zwei F_1-Pflanzen wurden F_2-Generationen erzogen und zwar die nach XI—2 im Jahre 1919, die nach XI—9 im Jahre 1920. Das Resultat zeigt die Tabelle 4.

TABELLE 4. *F_2 nach XI—2 und XI—9.*

F_1-Pflanze	Gefunden		Berechnet		Abweichung	Mittlerer Fehler
	violett	weiss	violett	weiss		
XI—2	112	34	109,5	36,5	2,5	—
XI—9	8	2	7,5	2,5	0,5	—
Summe	120	36	117,0	39,0	3,0	$\pm 5{,}408$

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass die Spaltung monohybrid war. Es war also nur ein Gen daran beteiligt. Dieses Gen war aber nicht ein Gen, das allein violett bewirkt, sondern die Verhältnisse sind etwas komplizierter, wie aus späteren Kreuzungen hervorgeht. Der violette Typus kommt durch das Zusammenwirken zweier Gene zustande, nämlich das Gen *B oder* das Gen *C*, das allein schwachviolette bezw. rosa Farbe bewirkt, und das Gen *D*, das allein keine sichtbare Wirkung hat, mit *B* oder *C* dagegen violette Farbe bewirkt. Wie aus anderen Kreuzungen (XIV, Artkreuzungen) hervorgeht, besass die weisse *P*-Pflanze das Gen *D* und zwar homozygotisch, da sie mit schwachvioletten bezw. rosafarbigen Pflanzen nur violette F_1-Pflanzen gab. Beide *P*-Pflanzen waren also *DD*, die weisse war ausserdem *bbcc*, die violette *BBcc* oder *bbCC*. Welches von den Genen *B* oder *C* vorhanden war, konnte hier, da *D* bei allen Pflanzen vorkam, nicht festgestellt werden. Das Gen, das an der Spaltung beteiligt war, war aber *B* oder *C*.

Rot × *violett*, Kreuzung II, 1917—5—4 × 1917—13—a.

Die *P*-Pflanze 1917—5—4 wurde aus Samen der Sorte gloriosa gezogen und war rot. Bei Selbstbestäubung gab sie eine Nachkommenschaft von 69 Pflanzen, von denen 53 rot und 16 rot gefleckt waren. Die roten waren von zwei Nuancen, und bei den gefleckten war die Grundfarbe auch von zwei Typen, schwachviolett und rosa. Die beiden roten Nuancen waren deswegen wahrscheinlich dadurch verursacht, dass auch bei ihnen entweder schwachviolett oder rosa vorhanden war. Die Spaltung in rote und gefleckte, die monohybrid erscheint (berechnet $51{,}75 : 17{,}25 \pm 3{,}597$), zeigt, dass rot über gefleckt dominiert und dass die *P*-Pflanze in einem Gen für rote Farbe, *E*, he-

terozygotisch war. Dass auch die Grundfarbe spaltete zeigt, dass sie auch in bezug auf ein Gen für schwachviolette Farbe, *B*, heterozygotisch war.

Die zweite *P*-Pflanze, 1917—13—a, stammte aus Samen der Sorte Cattleya, war violett und hatte nur violette (etwa 30) Nachkommen.

Die F_1-Generation zeigte Spaltung in zwei Typen, rot und gefleckt. Es dominierte also sowohl rot als auch gefleckt über violett. Von jenem Typus waren 5 Pflanzen vorhanden, von diesem 11. Diese Zahlen scheinen dem theoretischen Verhältnis 1 : 1 zu entsprechen, das aus den Resultaten der Selbstbestäubung von 1917—5—4 zu erwarten war. Die gefleckten Pflanzen waren vermutlich alle violett, obgleich es schwer sein kann, bei gefleckten Individuen festzustellen, ob violette oder schwachviolette Farbe vorliegt.

Von dieser Kreuzung habe ich drei F_2-Generationen erzogen. Die eine nach der gefleckten F_1-Pflanze II—4 gab das Resultat, das in der Tabelle 5 gezeigt wird.

TABELLE 5. *F_2 nach II—4.*

Farbe	Gefunden	Berechnet	Abweichung	Mittlerer Fehler
violett, gefleckt	29	29,8125	— 0,8125	± 3,612
rosa, gefleckt	10	9,9375	+ 0,0625	± 2,841
violett	13	9,9375	+ 3,0625	± 2,841
rosa	1	3,3125	— 2,3125	± 1,762
gefleckt	39	39,75	— 0,75	± 3,152
nicht gefleckt	14	13,25	+ 0,75	
violett	42	39,75	+ 2,25	± 3,152
rosa	11	13,25	— 2,25	

Die Spaltung in gefleckte und nicht gefleckte war also deutlich monohybrid, und dasselbe war der Fall mit der Spaltung in violette und rosa. In beiden Fällen war die Abweichung von den theoretischen Zahlen kleiner als der mittlere Fehler. Das Gen für den gefleckten Typus nenne ich *G*, und sein Allelomorph *g*. Unter den fleckigen waren aber wenigstens zwei, wenn nicht alle drei Typen vorhanden. Bei einer späteren Zählung, als schon mehrere Pflanzen verblüht waren, fand ich 21 grossfleckige und 8 mit kleinem oder mittelgrossem Fleck, also fast das Verhältnis 3 : 1 (berechnet 21,75 und 7,25). Wahrscheinlich war hier noch ein Gen, *H*, vorhanden, das mit *G* zusammen

den Typus grossfleckig gibt, allein aber keine sichtbare Wirkung hat. Der kleinfleckige Typus entspricht vermutlich dem Formel *Gg*, ist also heterozygotisch. Das Gen für violette Farbe ist das schon erwähnte Gen *D*, das Gen für rosa nenne ich *C* und sein Allelomorph *c*.

Wenn sowohl die Grundfarbe (violette oder rosa) als die Fleckzeichnung berücksichtigt werden, ist, wie aus der Tabelle 5 hervorgeht, die Spaltung dihybrid. Auch dann stimmen die gefundenen Zahlen mit den nach dem Verhältnis 9 : 3 : 3 : 1 berechneten gut überein. Wir können also den Schluss ziehen, dass die Gene *D* und *G* wenigstens ziemlich unabhängig von einander vererbt werden. Da unter den grossfleckigen bei der späteren Zählung 17 violett und 4 rosa, unter den übrigen gefleckten 7 violett und 1 rosa waren, werden auch die Gene *D* und *H* ziemlich unabhängig von einander vererbt.

Nach drei F_2-Pflanzen bekam ich F_3-Generationen. Die rosafarbige, gefleckte Pflanze II—4—1 hatte 15 rosa, gefleckte Nachkommen, die violette II—4—5 9 violette und eine andere violette, II—4—8, 5 violette Nachkommen.

Von zwei roten F_1-Pflanzen habe ich die F_2-Generation erzogen, und das Resultat wird in der Tabelle 6 mitgeteilt.

TABELLE 6. *F_2 nach II—1 und II—25.*

F_1-Pflanze	Gefunden		Berechnet		Abweichung	Mittlerer Fehler
	rot	violett	rot	violett		
II—1	13	4	12,75	4,25	0,25	—
II—25.....	66	16	61,50	20,50	4,50	—
Summe	79	20	74,25	24,75	4,75	± 4,308

Die Spaltung war hier nur in zwei Typen und deutlich monohybrid, da die Abweichung der gefundenen von den theoretischen Zahlen nicht viel grösser als der mittlere Fehler war. Eigentlich würde man aber hier eine Ausspaltung von fleckigen Individuen erwartet haben, denn nach der Nachkommenschaft der roten *P*-Pflanze müsste man, wie oben erwähnt, glauben, dass diese die Konstitution *EeGG* hätte. Dies kann aber nicht richtig sein, sondern sie wird *EeGg* gewesen sein, denn sonst hätten fleckige Pflanzen in F_2 nach II—1 und II—25 auftreten müssen. Dann sollten aber bei der Selbstbestäubung von 1917—5—4 auch etwa 4 (genau $4{,}3125 \pm 2{,}011$) rein violette oder rosa Pflanzen aufgetreten sein. Zwar ist die Abweichung von dieser

Erwartung kaum mehr als zweimal den mittleren Fehler und hätte also nur zufällig sein können. Man würde aber dann auch erwartet haben, dass von den 16 F_1-Pflanzen wenigstens einige (theoretisch 4) ohne sowohl *E* als *G* und also rein violett gewesen sein würden und dass von den beiden selbstbefruchteten roten F_1-Pflanzen die eine das Gen *G* gehabt hätte, obgleich auch hier das Fehlen des erwarteten Typus hätte zufällig sein können. Dass aber in allen Fällen eine ganz ähnliche Abweichung vorkommt, kann aber nur dadurch erklärt werden, dass hier eine Koppelung vorliegt. Wenn nämlich eine Koppelung zwischen *E* und *g* vorhanden ist, würde dies die sämtlichen Tatsachen erklären. Dann würde die *P*-Pflanze 1917—5—4 ausschliesslich oder hauptsächlich, je nach dem Grade der Koppelung, Gameten *Eg* und *eG* bilden. Die F_1-Pflanzen würden dann entweder *Eegg*, rot, in rote und nichtrote, ungefleckte spaltend, oder *eeGg*, gefleckt, in gefleckte und ungefleckte, nichtrote spaltend werden. Es könnte aber auch eine starke Koppelung zwischen *E* und *G* vorhanden sein, und die *P*-Pflanze 1917—5—4 würde dann *EeGG* gewesen sein. Auch dann würde die F_1-Generation in rote und gefleckte und, da die roten F_1-Pflanzen hauptsächlich oder ausschliesslich Gameten *EG* und *eg* bilden würden, die Nachkommenschaft solcher F_1-Pflanzen nur in rote und violette (bezw. rosa) spalten. Welche Erklärung die richtige ist, kann nur durch grössere Zahlen entschieden werden. Prinzipiell bedeuten ja beide Erklärungen dasselbe, nämlich dass die beiden allelomorphen Paare *E*—*e* und *G*—*g* in demselben Chromosomenpaare liegen. Je nachdem *E* und *g* oder *E* und *G* in demselben Chromosom liegen, kommt Koppelung zwischen *E* und *g* oder zwischen *E* und *G* zustande. Da bei partieller Koppelung immer sowohl *Eg*- als *EG*-Gameten, obgleich in verschiedenem Verhältnis je nach der Koppelung, gebildet werden, müssen dann auch beide Arten von Koppelung vorkommen können, da bei der Verbindung *EEgg* × *eeGG* *E* und *g*, bei der Verbindung *EEGG* × *eegg* dagegen *E* und *G* gekoppelt werden, wie dies schon von Bateson und Punnett (1911—12) gezeigt worden ist. Wir können also hier mit Sicherheit nur behaupten, dass die allelomorphen Paare *E*—*e* und *G*—*g* in demselben Chromosomenpaare lokalisiert sind, da wir wohl die schönen Resultate der *Drosophila*-Forschung (Morgan, Sturtevant, Muller und Bridges 1915) in dieser Weise verallgemeinern dürfen, obwohl bis jetzt kein so genau cytologisch und genetisch untersuchtes Pflanzenmaterial vorhanden ist.

Eigentlich würde man in F_2 nach den roten F_1-Pflanzen auch eine Ausspaltung von schwachvioletten oder rosafarbigen Individuen er-

wartet haben. Das Fehlen solcher Formen kann aber entweder durch die kleine Zahl oder durch die Schwierigkeit, die zuweilen vorhanden ist, violette und schwachviolette Pflanzen mit Sicherheit von einander zu unterscheiden, erklärt werden.

Rot × *rot, Seitenränder hell,* Kreuzung IV, 1917—8—6 × 1917—1—7.

Die *P*-Pflanze 1917—8—6 stammte angeblich aus Samen der Sorte Lady Satin Rose, hatte aber nicht gelbe Spitzen wie diese Sorte nach der Beschreibung im Samenverzeichnis haben sollte. Die Nachkommenschaft bestand aus 13 Pflanzen, die alle rot waren, und diese *P*-Pflanze wird also homozygotisch rot (*EE*) gewesen sein. Die Pollenpflanze 1917—1—7 stammte aus einer unbenannten Samenprobe und hatte eine Nachkommenschaft aus 23 Pflanzen, von denen 19 rot, Seitenränder hell und 4 schwachviolett bis weisslich mit kleinem roten Fleck waren. Diese Zahlen entsprechen dem theoretischen Verhältnis 3 : 1, und die Pflanze war also in einem Gen heterozygotisch, in welchem wird weiter unten erklärt werden.

Die F_1-Generation bestand aus etwa 40 Pflanzen, die alle rot, Seitenränder hell waren. Dieser Typus dominiert also über rot. Eine F_2-Generation nach der F_1-Pflanze IV—2 wurde erzogen und zwar ein Teil 1919, ein anderer Teil 1920. Das Resultat zeigt die folgende Tabelle 7.

TABELLE 7. *F_2 nach IV—2.*

F_1-Pflanze	Gefunden		Berechnet		Abweichung	Mittlerer Fehler
	rot, Seitenränder hell	rot	rot, Seitenränder hell	rot		
IV—2, 1919	52	13	48,75	16,25	3,25	—
» , 1920	20	6	19,50	6,50	0,50	—
Summe	72	19	68,25	22,75	3,75	± 4,131

Die Spaltung ist deutlich monohybrid, und die Abweichung von den theoretischen Zahlen ist kleiner als der mittlere Fehler. Der Unterschied wurde also durch ein einziges Gen verursacht, das ich *F* nenne. Dieses Gen muss in der *P*-Pflanze 1917—1—7 homozygotisch vorhanden gewesen sein, da alle F_1-Pflanzen gleich waren. Jedoch muss diese Pflanze in einem Gen, das für die Ausbildung ihres Farbentypus notwendig ist, heterozygotisch gewesen sein, denn sonst

würde man bei der Selbstbestäubung dieser Pflanze nicht fleckige Individuen bekommen haben. Die Tatsachen werden durch die Annahme erklärt, dass das Gen *E* vorhanden sein muss, damit das Gen *F* eine sichtbare Wirkung erziele. Die Pflanze 1917—1—7 hatte demnach die Konstitution *EeFF,* die Pflanze 1917—8—6 war *EEff.* Die F_1-Pflanzen wurden *EEFf* oder *EeFf.* Unter den Nachkommen der F_1-Pflanzen letzterer Konstitution würden auch fleckige Individuen auftreten, ich habe aber nur die Nachkommen einer einzigen F_1-Pflanze erzogen, und diese war sicher *EEFf.* Dass diese Erklärung die richtige ist, wird durch die Resultate der folgenden Kreuzung X bewiesen.

Weiss × *rot, Seitenränder hell,* Kreuzung X, 1917—20—5 × 1917—1—5.

Die weisse *P*-Pflanze war dieselbe, die bei der Kreuzung XI benutzt wurde. Die Pollenpflanze stammte aus derselben Samenprobe wie die Pollenpflanze der vorigen Kreuzung IV und gab bei Selbstbestäubung 20 Pflanzen, die rot, Seitenränder hell, und 7, die rot waren. Die Spaltung war also monohybrid (theoretische Zahlen 20,25 und 6,75), und die Pollenpflanze muss also *EEFf* gewesen sein. Der Typus rot, Seitenränder hell war etwas variabel, so dass möglicherweise die Heterozygoten die hellen Seitenränder weniger ausgeprägt hatten. 12 Pflanzen hatten nämlich nur die untere Hälfte der Seitenränder hell, während bei 8 die ganzen Seitenränder hell waren.

Die F_1-Pflanzen waren alle violett oder rotviolett, anscheinend mit grossem roten Fleck, der aber nicht wie gewöhnlich gegen die Grundfarbe scharf abgesetzt sondern in sie allmählich übergehend war. Deswegen waren sie vermutlich richtiger als rot, Seitenränder hell oder rot, welche beide Typen in gleicher Zahl zu erwarten waren, zu bezeichnen, und dass bei einigen die genotypische Konstitution dem erstgenannten Typus entsprach, geht aus der F_2-Generation hervor. Anscheinend war aber bei der Heterozygotie der beiden Gene *E* und *F* die Verbreitung des roten Pigments beschränkt worden, also war unvollständige Dominanz vorhanden. Eine solche ist aber nicht immer vorhanden, wenn *E* und *F* heterozygotisch sind, wie aus anderen Kreuzungen hervorgeht (III). Es scheint aber bei Kreuzungen mit der weissen Rasse der Fall zu sein, da auch bei einer Artkreuzung (I), wo eine weisse *Whitneyi*-Pflanze, die von 1917—20—5 abstammte, benutzt wurde, dieselbe Erscheinung vorkam. Wir werden deswegen annehmen müssen, dass in der weissen Pflanze 1917—20—5

ein Gen vorhanden war, das die Wirkung der Gene *E* und *F* im Heterozygotenstadium schwächt.

Eine F_2-Generation wurde nach der F_1-Pflanze X—5 erzogen, die aber nur aus 7 Pflanzen bestand, die alle vom Typus rot, Seitenränder hell (bei 5 violett, bei 2 weiss) waren.

Eine andere F_2-Generation wurde nach der F_1-Pflanze X—2′ erzogen und bestand aus 49 Pflanzen. Von diesen waren 26 rot, Seitenränder hell, obgleich die rote Farbe bei vielen auch hier nach aussen allmählich heller wurde. Es war aber unmöglich die Pflanzen in zwei Klassen aufzuteilen, da kontinuierliche Übergänge zwischen Pflanzen vom ausgeprägten Typus rot, Seitenränder hell und solchen, die nach aussen ganz hell und die also anscheinend gefleckt waren, vorhanden waren. Vielleicht waren die hellsten Pflanzen Heterozygoten *EeFf* wie die F_1-Pflanzen. Ausserdem kamen 3 Pflanzen vor, die als phaenotypisch gefleckt bezeichnet werden müssen. Ob sie Extreme desselben Typus wie die übrigen waren oder einem besonderen Genotypus entsprechen, kann ich jetzt nicht entscheiden, da es mir nicht gelang Samen von ihnen zu bekommen. Ich führe sie in der Tabelle 8 mit den roten, Seitenränder hell zusammen.

TABELLE 8. F_2 *nach X—2.*

Farbe	Gefunden	Berechnet nach 9 : 3 : 4	Abweichung	Mittlerer Fehler
rot, Seitenränder hell ...	29	27,5625	+ 1,4375	± 3,473
rot.....	8	9,1875	— 1,1875	± 2,732
hell (rotviolett und weiss)	12	12,25	— 0,25	± 3,031

Von den übrigen 20 F_2-Pflanzen waren 8 rot, 8 rotviolett und 4 weiss. Das Verhältnis zwischen rotvioletten und weissen entsprach dem theoretischen 3 : 1 (berechnet 9 : 3). In der Tabelle 8 habe ich sie als »helle» in eine Gruppe zusammengeführt. Dann erhält man das theoretische Verhältnis 9 rot, Seitenränder hell : 3 rot : 4 hell. Die gefundenen Zahlen stimmen sehr gut mit den nach diesem Verhältnis berechneten überein, da die Abweichung in keinem Falle so gross wie der mittlere Fehler ist. Möglicherweise waren aber einzelne genotypisch rote Individuen unter den als rot, Seitenränder hell bezeichneten vorhanden, da ja in F_1 auch die zu erwartenden roten Pflanzen gefleckt erschienen, und dadurch würde die Abweichung dieser Typen vielleicht kleiner oder sogar entgegengesetzt werden können.

Das theoretische Verhältnis 9 : 3 : 4 wird durch die Annahme zweier Gene erklärt, von denen das eine (hier *E*) allein eine sichtbare Wirkung (hier rot) hat, während das andere (hier *F*) allein keine sichtbare Wirkung hat, mit dem ersten zusammen dagegen einen neuen Typus (hier rot, Seitenränder hell) hervorbringt. Dass dies Verhältnis hier vorkommt, zeigt mit grosser Wahrscheinlichkeit die Richtigkeit der bei der Kreuzung IV gegebenen Erklärung, dass das Gen *F* nur beim Vorhandensein von *E* den Typus rot, Seitenränder hell hervorbringt, um sie zu beweisen muss es aber gezeigt werden, dass das Gen *F* auch bei Pflanzen vorkommen kann, die kein Rot enthalten. Solche Pflanzen mussten theoretisch unter den rotvioletten und weissen F_2-Pflanzen vorhanden sein und zwar bei drei Viertel dieser Pflanzen. Ich habe deswegen die vier weissen Pflanzen mit ein und derselben roten F_2-Pflanze gekreuzt. In drei dieser Kreuzungen habe ich F_1-Pflanzen erhalten, und zwar waren diese in zwei Fällen alle (15 bezw. 9) rot, Seitenränder hell, in einem Falle teilweise (7) rot, Seitenränder hell, teilweise (4) rot. Hieraus geht hervor, dass das Gen *F* bei sämtlichen drei weissen Pflanzen vorhanden war und zwar heterozygotisch bei einer, wahrscheinlich homozygotisch bei den beiden anderen. Damit ist also der Beweis für die Richtigkeit der obigen Hypothese geliefert. Die rote Pflanze selbst muss homozygotisch gewesen sein, und dies stimmt damit überein, dass in F_3 nach dieser Pflanze nur rote Individuen (6) erhalten wurden.

Auch nach anderen F_2-Pflanzen habe ich F_3-Generationen erzogen. So hatten zwei weisse F_2-Pflanzen nur weisse (1 bezw. 17) Nachkommen. Eine vom Typus rot, Seitenränder hell hatte nur Nachkommen (11) desselben Typus, war also anscheinend homozygotisch in *E* und *F*. Von zwei rotvioletten F_2-Pflanzen hatte die eine nur rotviolette Nachkommen (28), die andere zeigte dagegen in ihrer Nachkommenschaft eine Spaltung. Es waren nämlich 6 rotviolette, 1 violette, 2 rosaviolette und 3 weisse Individuen vorhanden. Die Spaltung in farbige und weisse ist anscheinend monohybrid, und die gefundenen Zahlen (9 : 3) stimmen genau mit den nach dem Verhältnis 3 : 1 zu erwartenden überein. Die Zahlen der verschiedenen farbigen Typen sind so klein, dass es schwer ist, diese Spaltung sicher zu erklären. Wenn wir aber annehmen, dass die rotviolette F_2-Pflanze *BbDdIi* ist, wo *I* ein Gen für rosaviolette Farbe, das aber nur beim Vorhandensein von *B* wirksam ist, so müssen wir eine Spaltung von 3 farbigen (mit *B*) zu 1 weissen (mit *bb*) und unter den farbigen eine Spaltung in 9

rotviolette (*DI*), 3 violette (*Dii*), 3 rosaviolette (*ddI*) und 1 schwachviolette (*ddii*) bekommen. Dies stimmt gut mit den gefundenen Zahlen (6 : 1 : 2 : 0, berechnet $5{,}_{0625} : 1{,}_{6875} : 1{,}_{6875} : 0{,}_{5625}$) überein. Da die Zahlen zu klein sind und ich diese Typen nicht alle in anderen Kreuzungen gehabt habe, muss ich die Erklärung einstweilen noch als fraglich hinstellen, obgleich sie ziemlich wahrscheinlich erscheint. Nur ist es eigentümlich, dass nicht schon in F_2 eine solche Spaltung unter den hellen farbigen vorkam, die Zahl war aber so klein, dass dies als Erklärungsgrund gelten kann.

Gelb × *violett,* Kreuzung VI, 1917—9—6 × 1917—13—5.

Die Pflanze 1917—9—6 stammte aus Samen der Sorte Mandarin und war gelb mit schwachem roten Fleck. Nachkommen dieser Pflanze habe ich leider nicht bekommen. Die andere *P*-Pflanze war die schon bei der Kreuzung XI erwähnte violette 1917—13—5. Sie hatte im Jahre 1918 16 Nachkommen, die alle violett waren, da aber bei der jetzt zu erwähnenden Kreuzung eine Spaltung schon in F_1 in violette ohne Gelb und violette mit Gelb eintrat und es sich später bei der Aufzucht der F_2-Generation herausstellte, dass der nicht-gelbe Typus dominiert, habe ich eine neue, allerdings nur kleine, Aussaat von Samen von 1917—13—5 im Jahre 1920 gemacht um festzustellen, ob nicht auch Pflanzen mit Gelb unter den Nachkommen vorhanden waren. Ich bekam nur 4 Pflanzen, von denen aber eine tatsächlich gelbe Ränder besass. Möglicherweise waren auch 1918 solche Pflanzen vorhanden, obgleich ich es nicht beobachtet habe, da die gelbe Färbung oft sehr schwach sein kann und dann schwer sichtbar wird. Ich glaubte damals, der gelbe Typus sei dominant und demnach der gelbe Elter heterozygotisch, der violette dagegen homozygotisch, und habe deswegen unter den Nachkommen der violetten Pflanze nicht nach gelben gesucht. Da ich von der gelben *P*-Pflanze keine Nachkommen besass, konnte ich erst nach der Aufzucht der F_2-Generation mein Irrtum erkennen.

Schon in F_1 bekam ich wie erwähnt eine Spaltung in ganz violette Pflanzen und violette mit gelben Rändern. Die Zahlen waren 1918 5 violette, nichtgelbe und 5 violette, gelbe, bei neuer Aussaat 1920 14 violette, nichtgelbe, 6 violette, gelbe. Die Spaltung war wahrscheinlich monohybrid, obgleich die Zahlen 1920 von den theoretischen ziemlich stark abwichen.

In F_2 nach einer violetten, nicht-gelben F_1-Pflanze bekam ich 57 Pflanzen, die von vier verschiedenen Typen waren, wie die Tabelle 9

zeigt, wo auch die nach dem Verhältnis 9 : 3 : 3 : 1 berechneten Zahlen angegeben sind.

TABELLE 9. *F_2 nach VI—2.*

Farbe	Gefunden	Berechnet	Abweichung	Mittlerer Fehler
violett	35	32,0625	+ 2,9375	± 3,745
weisslich	10	10,6875	— 0,6875	± 2,947
violett, gelb	11	10,6875	+ 0,3125	± 2,947
weisslich, gelb	1	3,5625	— 2,5625	± 1,828

Die Spaltung in nichtgelbe und gelbe Pflanzen war deutlich monohybrid (gefunden 45 : 12, berechnet 42,75 : 14,25 ± 3,269) mit Dominanz des nichtgelben Typus. An diesen Unterschied war also nur ein Gen beteiligt, das ich *A* und dessen Allelomorph ich *a* nenne. *AA*- und *Aa*-Pflanzen sind also nicht-gelb, *aa*-Pflanzen dagegen gelb. Ebenso war die Spaltung in violette und weissliche monohybrid (gefunden 46 : 11, berechnet 42,75 : 14,25 ± 3,269). Die weisslichen waren wahrscheinlich weiss, was aus dem Vergleich mit der Kreuzung V hervorgeht, obgleich es hier, wahrscheinlich wegen des schwachen roten Flecks, schwer festzustellen war, und die Spaltung betrifft also das schon erwähnte Gen *B*. Dann würden aber unter den als violett bezeichneten Individuen auch schwachviolette gewesen sein. Dies ist immerhin möglich, obgleich es nicht notiert wurde, da diese beiden Nuancen ineinander übergehen können, vermutlich den verschiedenen genotypischen Kombinationen entsprechend. Wenn beide Eigenschaftspaare gleichzeitig berücksichtigt werden, wird die Spaltung dihybrid mit, wie aus der Tabelle 9 hervorgeht, guter Übereinstimmung zwischen den gefundenen und den berechneten Zahlen. *A* und *B* werden also wenigstens ziemlich unabhängig voneinander vererbt.

Nach vier F_2-Pflanzen wurden F_3-Generationen erzogen. Die eine, nach der violetten Pflanze VI—2—1, bestand aus 19 violetten und 8 violetten, gelben Pflanzen, zeigte also eine 3 : 1 Spaltung in bezug auf das Eigenschaftspaar nichtgelb—gelb. Eine andere, nach der violetten, gelben VI—2—4, bestand nur aus gelben Individuen, von denen aber 26 violett, 7 weisslich waren, also eine 3 : 1 Spaltung in bezug auf das Eigenschaftspaar violett—weisslich. Eine F_3-Generation nach der weisslichen, gelben VI—2—2, bestand nur aus weisslichen Pflanzen, spaltete aber in 22 nichtgelbe, 2 gelbe. Wahrschein-

lich war auch hier die Spaltung nach dem Verhältnis 3 : 1, obgleich die gelbe Färbung bei weisslichen Pflanzen oft schwer zu erkennen ist und deswegen einige gelbe vielleicht nicht erkannt wurden. Die weissliche, gelbe F_2-Pflanze VI—2—3 hatte nur weissliche, gelbe Nachkommen (30).

Da also nichtgelb über gelb dominiert, müssen die gelben F_1-Pflanzen in dieser Beziehung homozygotisch gewesen sein. Von einer solchen Pflanze habe ich eine F_2-Generation erzogen, die aus 44 Pflanzen bestand, welche alle gelb waren und also der Erwartung entsprachen. In der Ausdehnung und Stärke der gelben Färbung waren aber grosse Verschiedenheiten vorhanden, und ich habe versucht die Pflanzen in dieser Beziehung in zwei Klassen, deren Grenzen allerdings nicht scharf waren, einzuteilen. Als stark gelb wurden 31, als schwach gelb 13 bezeichnet. Diese Zahlen scheinen einer monohybriden Spaltung zu entsprechen (berechnet 33 : 11), und es ist sehr wohl möglich, dass ein Verstärkungsgen für die gelbe Farbe an diesen Unterschied beteiligt war.

Ausser der Spaltung in stark gelbe und schwach gelbe trat auch in dieser F_2-Generation eine Spaltung in violette und weissliche Pflanzen ein, die sicher dem Verhältnis 3 : 1 entsprach (gefunden 29 : 15, berechnet 33 : 11). In bezug auf sowohl dieses Eigenschaftspaar als die Stärke der gelben Färbung war die Spaltung dihybrid mit ziemlich guter Übereinstimmung der gefundenen und der nach dem Verhältnis 9 : 3 : 3 : 1 berechneten Zahlen (gefunden 20 violett, stark gelb, 9 violett, schwach gelb, 11 weisslich, stark gelb, 4 weisslich, schwach gelb; berechnet $24{,}_{75} : 8{,}_{25} : 8{,}_{25} : 2{,}_{75}$).

Auf die Vererbung des schwachen Flecks der gelben *P*-Pflanze gehe ich hier nicht ein, da er oft schwer festzustellen ist und die Verhältnisse deswegen noch nicht klar vorliegen.

Weiss × gelb, rot gefleckt, Kreuzung XIV, 1917—20—5 × 1917—19—6.

Die weisse Pflanze war dieselbe, die bei den Kreuzungen XI und X benutzt wurde. Die gelbe Pflanze stammte aus der Sorte carminea aurea, die karminrosa mit gelbem Rande sein sollte. Sie war aber so stark gelb, dass es schwer war die Grundfarbe zu erkennen. Wahrscheinlich war sie schwachviolett, nach den Resultaten der folgenden Kreuzung XXIV zu urteilen. Die Nachkommen (etwa 30) waren alle von demselben Typus wie die *P*-Pflanze.

Die F_1-Pflanzen waren alle violett mit rotem Fleck. Da die weisse

Pflanze das Gen *D* enthielt, nichtgelb über gelb und gefleckt über nichtgefleckt dominiert, war dies Resultat auch zu erwarten. Die Verbindung war nämlich *AAbbDDgg* × *aaBBddGG*, die F_1-Pflanzen waren *AaBbDdGg*, also in bezug auf vier Gene heterozygotisch.

Die Zahlen in F_2 waren leider so klein, dass es nicht möglich ist zu entscheiden, ob die zu erwartende komplizierte Spaltung wirklich eintraf. Sie zeigten aber in bezug auf zwei Eigenschaftspaare, nichtgelb—gelb (gefunden 14 : 8) und gefleckt—ungefleckt (gefunden 18 : 4) Zahlen, die einer monohybriden Spaltung entsprechen können (berechnet $16{,}5 : 5{,}5$). Auch wenn beide Paare gleichzeitig berücksichtigt werden, stimmen die Zahlen einigermassen gut mit den nach dem dihybriden Verhältnis 9 : 3 : 3 : 1 berechneten überein (gefunden: 11 violett, gefleckt, 3 violett, 7 gelb, gefleckt, 1 gelb; berechnet: $12{,}375 : 4{,}125 : 4{,}125 : 1{,}375$). In bezug auf die Grundfarbe war keine deutliche Spaltung zu erkennen, was aber durch die kleine Zahl erklärt werden kann, da bei den gelben und den fleckigen die Grundfarbe nicht sicher festgestellt werden konnte.

Gelb, rot gefleckt × *weiss, rot gefleckt,* Kreuzung XXIV, 1917—19—6—3 × 1917—26—a—12.

Die gelbe *P*-Pflanze war eine der Nachkommen von der in der vorigen Kreuzung benutzten gelben *P*-Pflanze 1917—19—6. Die andere *P*-Pflanze 1917—26—a—12 stammte von der im folgenden bei der Kreuzung III näher erwähnten Pflanze 1917—26—a. Selbst hatte sie 10 Nachkommen, die alle weiss, rot gefleckt waren.

TABELLE 10. F_2 *nach XXIV—2.*

Farbe	Gefunden	Berechnet	Abweichung	Mittlerer Fehler
schwachviolett	44	40,5	+ 3,5	± 4,209
schwachviolett, gelb	9	13,5	— 4,5	± 3,312
weiss	15	13,5	+ 1,5	± 3,312
weiss, gelb	4	4,5	— 0,5	± 2,054

Die F_1-Pflanzen waren alle schwachviolett, woraus hervorgeht, dass die gelbe *P*-Pflanze das Gen *B* für schwachviolette Farbe besass. Dann muss natürlich auch, wie bei der vorigen Kreuzung erwähnt wurde, die Elternpflanze 1917—19—6 dieses Gen gehabt haben. Ausserdem waren die F_1-Pflanzen alle rot gefleckt, was auch zu er-

warten war, da beide Eltern homozygotisch gefleckt waren. Die Kreuzung war also *aaBBGG* × *AAbbGG*.

In F_2 trat eine dihybride Spaltung ein, wie die Tabelle 10 zeigt. Sowohl in bezug auf jedes Eigenschaftspaar für sich als auf beide gleichzeitig ist die Übereinstimmung der gefundenen und der nach dem Verhältnis 3 : 1 (gefunden schwachviolett—weiss 53 : 19; nichtgelb—gelb 59 : 13, berechnet 54 : 18 ± 3,674) bezw. 9 : 3 : 3 : 1 berechneten Zahlen ziemlich gut.

Gelb, mit schwachem roten Fleck × *rot, Seitenränder hell (schwachviolett),* Kreuzung V, 1917—9—6 × 1917—1—7.

Die gelbe *P*-Pflanze wurde schon bei der Kreuzung VI erwähnt, da sie auch dort als *P*-Pflanze benutzt wurde. Auch 1917—1—7 ist früher, bei der Kreuzung IV, beschrieben worden. Es wurde dort gezeigt, dass sie in bezug auf das Gen *E* heterozygotisch, in bezug auf das Gen *F* dagegen homozygotisch war. Auch war sie in bezug auf das Gen *B* heterozygotisch, da einige Nachkommen (19) schwachviolette, andere (4) weisse Grundfarbe besassen. Da ausserdem die nichtroten Pflanzen (4) alle einen kleinen roten Fleck besassen, hatte 1917—1—7 ein Gen für Fleckzeichnung, das schon erwähnte Gen *G*.

Da das Gen *E* bei 1917—1—7 heterozygotisch vorhanden war, war in F_1 eine Spaltung in rote, Seitenränder hell und nichtrote zu erwarten, und eine solche trat tatsächlich ein. Die 11 F_1-Pflanzen bestanden aus 7, die vom Typus rot, Seitenränder hell und 4, die schwachviolett (1) oder weiss (3) mit oder ohne roten Fleck waren. Da bei violetten Pflanzen ein schwacher roter Fleck oft leicht übersehen wird, besassen wahrscheinlich alle diese 4 letzten Pflanzen einen roten Fleck, der bei einer scharf, bei den anderen dagegen nur schwach war. Von den 7 vom Typus rot, Seitenränder hell hatten 5 schwachviolette, 2 weisse Seitenränder.

Nach einer roten F_1-Pflanze, V—20, mit weissen Seitenrändern wurde eine F_2-Generation erzogen, die aber aus nur 13 Pflanzen bestand. Es waren 7 rote, von denen 5 weisse, 2 gelbe Seitenränder besassen, und 6 weisse mit schwachem roten Flecke, von denen 1 gelbe Ränder besass, vorhanden. Die Spaltung war also dihybrid mit, bei den kleinen Zahlen, ziemlich guter Übereinstimmung zwischen Resultat und Erwartung. Die Spaltung in nichtgelbe und gelbe (10 : 3) war deutlich nach dem Verhältnis 3 : 1, die Spaltung in rote und weisse zeigte dagegen eine ziemlich grosse Abweichung von der Erwartung (7 : 6 statt 9,75 : 3,25). Dies beruht aber sicher auf die kleinen Zahlen,

da diese Spaltung in der jetzt zu erwähnenden F_2-Generation sehr deutlich nach dem Verhältnis 3 : 1 war.

Eine zweite F_2-Generation wurde nach der F_1-Pflanze V—1, die vom Typus rot, Seitenränder schwachviolett war, erzogen, und ihre Zusammensetzung geht aus der Tabelle 11 hervor.

TABELLE 11. *F_2 nach V—1.*

Farbe	Gefunden	Berechnet nach 9:3:3:1	Abweichung	Mittlerer Fehler
rot, Seitenränder weiss—schwachviolett	73	61,875	+ 11,125	± 5,203
rot, Seitenränder gelb	8	20,625	— 12,625	± 4,094
schwachviolett	6	20,625	+ 5,375	± 4,094
weiss	20			
	26			
gelb	3	6,875	— 3,875	± 2,539

Bei den meisten nichtroten Pflanzen war ein schwacher roter Fleck vorhanden. Ich habe aber die Zahlen nicht festgestellt, weil dies sehr schwierig ist, da der Fleck oft sehr undeutlich ist und auch einigen Blüten fehlen kann, während er bei anderen derselben Pflanze vorhanden ist.

Die Tabelle 11 zeigt eine schlechte Übereinstimmung zwischen den gefundenen und den nach dem Verhältnis 9 : 3 : 3 : 1 berechneten Zahlen. Dieser Mangel an Übereinstimmung besteht darin, dass die gelben gar zu wenig sind. Die Spaltung in rote und nichtrote ist dagegen sehr deutlich nach dem Verhältnis 3 : 1 mit sehr guter Übereinstimmung zwischen den gefundenen und den berechneten Zahlen (81 : 29 bezw. 82,5 : 27,5 : 4,541). Die Abweichung in der Zahl der gelben ist aber zu gross, dass sie als nur zufällig betrachtet werden kann. Es waren 99 nichtgelbe und 11 gelbe vorhanden, während 82,5 bezw. 27,5 ± 4,541 berechnet waren. Die Abweichung, 16,5, ist also mehr als dreimal den mittleren Fehler und kann deswegen kaum vom Zufall verursacht sein. Eher würden die Zahlen dem Verhältnis 15 : 1 entsprechen können (berechnet 103,125 : 6,875 ± 2,539). Ich halte es aber für wahrscheinlicher, dass die Abweichung nur scheinbar ist, da der gelbe Teil oft sehr schwach sein kann und deswegen leicht übersehen wird, und sogar einige Blüten einer gelben Pflanze ganz ohne Gelb sein können. Eine Pflanze muss deshalb wiederholt beobachtet werden, ehe man mit Sicherheit behaupten kann, dass sie nichtgelb ist, und vielleicht ist dies auch dann nicht immer möglich. Ich ver-

mute deshalb, dass einige genotypisch gelbe mit den nichtgelben zusammengeführt worden sind.

Die jetzt erwähnten Resultate können also durch eine F_2-Spaltung in bezug auf die Gene *A* und *E* erklärt werden. Das Gen *F* muss dagegen homozygotisch vorhanden gewesen sein und also nicht nur von der *P*-Pflanze 1917—1—7 sondern auch von der anderen *P*-Pflanze 1917—9—6 eingeführt worden sein. Sonst hätten nämlich auch rote ohne helle Seitenränder ausgespaltet werden müssen. Da dieses Gen nur beim Vorhandensein von *E* eine sichtbare Wirkung erzielt, kann sie natürlich sehr leicht bei 1917—9—6 vorhanden gewesen sein, obgleich es bei dieser nicht äusserlich bemerkbar werden konnte.

TABELLE 12. *F_3 nach V—1.*

F_2-Pflanze	rot, S. schwach-violett	rot, S. weiss	rot, S. gelb	schwach-violett	schwach-violett, gelb	weiss	weiss, gelb
V—1—4 , rot, S. schwachviolett	16	2	2	1	—	3	—
V—1—5 , » » »	16		—	—	—	—	—
V—1—6 , » » weiss	—	15	8	—	—	2	—
V—1—1 , » » gelb	—	2?	—	—	—	—	14
V—1—10, schwachviolett	—	—	—	15	1	6	1
V—1—11, weiss	—	—	—	—	—	21	2
V—1—12, weiss	—	—	—	—	—	16	3
V—1—7 , weiss, gelb	—	—	—	—	—	4?	3
V—1—13, weiss, gelb	—	—	—	—	—	5?	21

Auch in F_3 stimmen, wie die Tabelle 12 zeigt, die Resultate im grossen und ganzen mit dieser Erklärung überein. Nach zwei F_2-Pflanzen vom Typus rot, Seitenränder hell (V—1—4 und V—1—5) war die Spaltung in rote und helle monohybrid (gefunden 18 : 4 bezw. 15 : 2, berechnet $16{,}5 : 5{,}5$ bezw. $12{,}75 : 4{,}25$). In F_3 nach allen übrigen nichtgelben F_2-Pflanzen wurden gelbe Individuen ausgespaltet, aber immer in kleinerer Zahl als nach dem Verhältnis 3 : 1 zu erwarten war. Im ganzen waren 74 nichtgelbe, 9 gelbe vorhanden, während $62{,}25 : 20{,}75 \pm 3{,}945$ zu erwarten waren. Die drei gelben F_2-Pflanzen (V—1—1, V—1—7, V—1—13) hatten Nachkommen, die fast alle gelb waren. Einige wurden aber als nichtgelb notiert, und scheinbar kam hier also eine Ausspaltung von genotypisch nichtgelben Individuen vor. Wenn dies richtig wäre, würde die Analogie mit *Antirrhinum* fast vollständig sein, da Baur (1910, 1919) ja dort zwei weissliche

Formen konstatiert hat, von denen die eine gelblichweise, »Elfenbein», zu gelb dominant, die andere rein weisse rezessiv ist. Mit einer solchen Annahme würde man in F_2 nicht 3 nichtgelbe : 1 gelbe sondern 13 nichtgelbe : 3 gelbe, also statt den gefundenen Zahlen (99 und 11) $89{,}375 : 20{,}625 \pm 4{,}094$ erwartet haben. Diese Zahlen stimmen zwar mit den gefundenen besser überein, da die Abweichung $9{,}625$ innerhalb dreimal den mittleren Fehler fällt, ob diese Erklärung die richtige ist, halte ich aber noch für zweifelhaft. Das Defizit der gelben Pflanzen kann auch, wie schon erwähnt, dadurch erklärt werden, dass die genotypisch gelben nicht immer als solche erkannt wurden. Einstweilen muss ich aber diese Frage offen lassen, hoffe aber durch weitere Untersuchungen dieses wegen der Parallele mit *Antirrhinum* so interessante Problem bald lösen zu können.

Ein anderes Resultat in dieser Kreuzung, das ich noch nicht erwähnt habe, nämlich das Verhältnis zwischen schwachvioletten und weissen Pflanzen, ist von grossem Interesse. Die schwachviolett veranlagte *P*-Pflanze 1917—1—7 spaltete ja, wie schon erwähnt, in ihrer Nachkommenschaft Formen mit weisser Grundfarbe aus. Auch waren solche unter den F_1-Pflanzen vorhanden. Eine solche, V—20, besass nur Nachkommen mit weisser oder gelber Grundfarbe. Die F_1-Pflanze V—1 besass dagegen schwachviolette Seitenränder, und ihre Nachkommenschaft zeigte Spaltung in bezug auf die Grundfarbe. Bei den Pflanzen mit Rot konnten die Zahlen nicht sicher festgestellt werden. Bei den Pflanzen ohne Rot waren die weissen Pflanzen (20) etwa dreimal so viel wie die schwachvioletten (6), während gerade das umgekehrte Verhältnis zu erwarten war, da wir früher gesehen haben, dass schwachviolett über weiss dominiert. Dass hier nicht Dominanzwechsel vorliegt, geht aus F_3 hervor. Die schwachviolette F_2-Pflanze V—1—10 spaltete nämlich in F_3 weisse Individuen etwa im monohybriden Verhältnis 1 von 4 (7 von 23, berechnet $5{,}75$) aus, während die vier weissen oder gelben alle nur weisse oder gelbe Nachkommen, aber keine schwachviolette, hatten. In ähnlicher Weise spalteten die Nachkommen der F_2-Pflanze V—1—4, die rot mit schwachvioletten Seitenrändern war, während die weissrandige F_2-Pflanze V—1—6 nur weissrandige oder weisse Nachkommen besass. Auch in dieser Kreuzung dominierte also schwachviolett über weiss, und wir müssen deswegen eine andere Erklärung suchen.

Die richtige Erklärung des abweichenden Zahlenverhältnis zwischen schwachvioletten und weissen F_2-Individuen ist sicher die, dass hier eine Koppelung vorliegt, und zwar zwischen den Genen *E*

und *B*. Wenn wir annehmen, dass die Gameten der F_1-Pflanze V—1 ungefähr im Verhältnis 6 *BE* : 1 *Be* : 1 *bE* : 6 *be* gebildet werden, müssen wir in F_2 tatsächlich das Verhältnis von ungefähr 1 schwachviolett : 3 weiss bekommen. Wir erhalten nämlich das folgende theoretische Verhältnis 134 mit *B* und *E* : 13 mit *E* und *bb* : 13 mit *B* und *ee* : 36 mit *bbee*. Wir sehen also, dass von den roten die meisten schwachviolette Seitenränder bekommen, während von den nichtroten die meisten weiss werden. Leider habe ich in F_2 die Zahl der roten mit schwachvioletten und die mit weissen Seitenrändern nicht feststellen können, in einer F_3-Generation (nach V—1—4) habe ich aber dies getan, und die Resultate stimmen hier sehr gut mit der Theorie überein. Es wurden erhalten: 16 rot, Seitenränder schwachviolett, 2 rot, Seitenränder weiss, 1 schwachviolett und 3 weiss, also nach dem Verhältnis 9 : 3 : 3 : 1 zu wenig der Klassen rot, Seitenränder weiss und schwachviolett. Nach der Koppelungstheorie war dies aber zu erwarten ($15{,}_{04}$: $1{,}_{46}$: $1{,}_{46}$: $4{,}_{04}$). In F_2 wurden ja die beiden roten Klassen zusammengeführt, auch dort waren aber die gefundenen Zahlen (81 rot, Seitenränder hell, 6 schwachviolett, 23 weiss) mit den nach dem Koppelungsschema berechneten ($82{,}_5$: $7{,}_3$: $20{,}_2$) in sehr guter Übereinstimmung. Auch bei den Nachkommen der *P*-Pflanze 1917—1—7 (17 rot, Seitenränder schwachviolett, 2 rot, Seitenränder weiss, 2 schwachviolett, 2 weiss) und bei den F_1-Pflanzen (5 rot, Seitenränder schwachviolett, 2 rot, Seitenränder weiss, 1 schwachviolett, 3 weiss) waren die Zahlen in verhältnismässig guter Übereinstimmung mit der Theorie. Die Resultate stimmen also alle sehr gut mit der Annahme einer Koppelung zwischen *B* und *E* überein, und diese Annahme wird durch die Resultate der folgenden Kreuzung als richtig bewiesen. Ich werde dort näher auf diese Verhältnisse eingehen.

Rot × *schwachviolett, rot gefleckt*,. Kreuzung III, 1917—5—4 × 1917—26—a.

Die eine *P*-Pflanze 1917—5—4 habe ich schon bei der Kreuzung II erwähnt. Sie hatte 53 rote und 16 gefleckte Nachkommen mit schwachvioletter oder rosa Grundfarbe und war also *BbCCEe*. Ausserdem besass sie das Gen *G* für Fleckzeichnung, das in irgendeiner Weise mit *E* oder *e* gekoppelt war. Die andere *P*-Pflanze stammte aus der Sorte Rosamunda, die als niedrig, grossblütig, hell rosa mit Atlasglanz beschrieben wurde. Sie war selbst schwachviolett mit rotem doppelten Fleck, und ihre Nachkommenschaft bestand 1918 aus etwa 30 Pflan-

zen, die schwachviolett, rosa oder weiss mit oder ohne roten Fleck waren. In einer späteren Aussaat 1920 habe ich versucht die Nuancen der Grundfarbe zu klassifizieren und habe dabei das folgende Resultat erhalten:

schwachviolett oder mit schwachvioletten Strichen	9
rosa	1
weiss	4

Wenn die weissen und rosafarbigen zusammengezählt werden, erhalten wir 9 schwachviolette und 5 weiss-rosa. Diese Spaltung ist anscheinend monohybrid (theoretisch 10,5 : 3,5). Rosa und weisse sind schwer voneinander abzugrenzen, und ich vermute, dass es die Heterozygoten sind, die eine Zwischenstellung einnehmen. Obgleich diese oft den weissen näher als den rosafarbigen stehen, finde ich es zweckmässiger, das Gen für rosa mit *C*, das Allelomorph mit *c* als umgekehrt zu bezeichnen. Die *P*-Pflanze 1917—26—a war also *BbCc*. Ausserdem war sie *Gg*, da einige ihrer Nachkommen einen scharfen Fleck, andere dagegen nur einen schwachen oder keinen besassen.

Die F_1-Generation bestand aus folgenden Typen:

rot, Seitenränder hell	5	11
rot	6	
mit Fleck mittlerer Grösse, schwachviolette Grundfarbe	4	17
» » » » , weiss—rosa »	6	
kleinfleckig, schwachviolette »	5	
» , weiss—rosa »	2	

Wenn die beiden roten Gruppen zusammengezählt werden, ist die Spaltung in rote und gefleckte monohybrid, obgleich die gefundenen Zahlen, 11 und 17, etwas von den zu erwartenden, 14 und 14, abweichen. Eine solche Spaltung war zu erwarten, da die eine *P*-Pflanze, 1917—5—4, *Ee*, die andere *ee* war. Da von den 11 roten Pflanzen 5 helle Seitenränder besassen, muss die *P*-Pflanze 1917—26—a *Ff* gewesen sein, was ja äusserlich nicht sichtbar werden konnte, da *F* nur beim Vorhandensein von *E* eine sichtbare Wirkung hat. Die Spaltung ist auch in dieser Beziehung deutlich monohybrid (gefunden 5 : 6, berechnet 5,5 : 5,5).

In der Grösse des Flecks war bei den fleckigen F_1-Pflanzen eine monohybride Spaltung vorhanden. Wahrscheinlich waren die 7 kleinfleckigen Heterozygoten, die übrigen Homozygoten. Eine solche Spaltung war zu erwarten, da alle Gameten der Pflanze 1917—5—4,

die *e* hatten, auch *G* besassen, während die Gameten von 1917—26—a wahrscheinlich im Verhältnis 1 *FG* : 1 *Fg* : 1 *fG* : 1 *fg* gebildet wurden.

Auch in der Grundfarbe war die Spaltung bei den fleckigen F_1-Pflanzen deutlich. Sie war entweder schwachviolett oder weiss bis rosa. Da beiden *P*-Pflanzen *Bb* waren, würde man vielleicht hier das Verhältnis 3 : 1 erwartet haben. Dies ist aber nicht richtig, denn, wie die Kreuzung V zeigt und weiter unten auch in dieser Kreuzung gezeigt werden wird, findet zwischen *B* und *E* eine Koppelung statt. Die Gameten von 1917—5—4 müssten danach im Verhältnis 6 *BE* : 1 *bE* : 1 *Be* : 6 *be*, die von 1917—26—a, welche Pflanze *ee* ist, dagegen im Verhältnis 1 *Be* : 1 *be* gebildet werden. Wenn wir die F_1-Pflanzen mit *E*, deren Grundfarbe nicht festgestellt werden konnte, nicht berücksichtigen, wird man in F_1 eine Spaltung in schwachviolette und weiss-rosa Individuen im Verhältnis 8 : 6 und also bei der Gesamtzahl von 17 9,71 schwachviolette, 7,29 weisse-rosa erwarten. Tatsächlich waren 9 schwachviolette, 8 weisse-rosa vorhanden, also eine sehr gute Übereinstimmung.

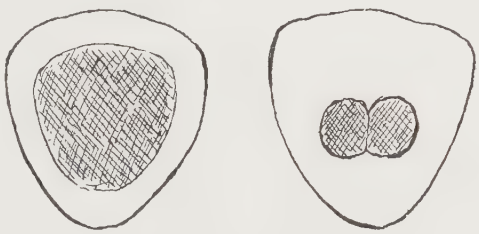


Fig. 1. Extreme in Fleckengrösse in F_2 nach III—28.

Wegen der Vielförmigkeit der F_1-Generation waren die F_2-Generationen sehr verschieden. Sie werden im folgenden einzeln beschrieben.

Die *F_1-Pflanze III—28* war schwachviolett mit grossem roten Fleck. Ihre Nachkommen besassen alle einen Fleck aber von wechselnder Grösse. Es war aber nicht möglich die Pflanzen nach der Fleckengrösse in Klassen zu verteilen, da die Variabilität kontinuierlich war. Die Extreme waren aber deutlich verschieden (Fig. 1). Hier waren sicher zwei verschiedene Fleckengene vorhanden, von denen das eine nur verstärkende Gen *H* schon früher (Kreuzung II) bei der Pflanze 1917—5—4 nachgewiesen wurde und hier bei der F_1-Pflanze heterozygotisch, während das andere, *G*, homozygotisch vorhanden war. Da die Heterozygoten wahrscheinlich eine Zwischenstellung einnehmen und ausserdem die Modifikationen gross sind, wird dadurch die Variabilität kontinuierlich.

Ausser dieser Spaltung in der Fleckengrösse kam auch eine Spaltung in der Grundfarbe vor, und die Pflanzen konnten in solche mit schwachvioletter (55) und solche mit weisser-rosa Farbe (22)

klassifiziert werden. Diese Spaltung ist monohybrid, und die Zahlen stimmen gut mit den nach dem Verhältnis 3 : 1 zu erwartenden ($57{,}_{75} : 19{,}_{25} \pm 3{,}_{800}$) überein. Die Stärke der schwachvioletten Farbe war etwas verschieden, vermutlich waren die helleren Pflanzen (36) die Heterozygoten. Diese Annahme wurde durch die Resultate in F_3 bestätigt. Eine F_2-Pflanze, III—28—3, mit weisser Grundfarbe hatte 18 Nachkommen, die alle weisse Grundfarbe besassen. Eine andere, III —28—1, mit etwas stärkerer schwachvioletter Farbe hatte nur ähnliche Nachkommen (23), während eine mit schwächerer schwachvioletter Farbe, III—28—2, die zwar nur 2 Nachkommen hatte, schon bei diesen eine Spaltung zeigte, indem die eine weisse, die andere schwachviolette Grundfarbe besass.

Eine *F_1-Pflanze III—6* mit kleinem, doppelten Fleck gab in F_2 Spaltung in Pflanzen mit scharfem Fleck verschiedener Grösse (72) und solche mit schwachem oder keinem Fleck (27). Diese Spaltung war also deutlich monohybrid mit guter Übereinstimmung der gefundenen und der berechneten ($74{,}_{25} : 24{,}_{75} \pm 4{,}_{308}$) Zahlen, und die F_1-Pflanze III—6 ist also *Gg* gewesen. Von den fleckigen Individuen hatten 15 einen verhältnismässig grossen Fleck und waren vermutlich *GG*. Es waren allerdings 24 Homozygoten zu erwarten, wahrscheinlich waren aber auch einige Homozygoten unter den übrigen vorhanden, was auch aus den Resultaten in F_3 hervorgeht.

Auch in der Grundfarbe kam eine Spaltung vor, die Zahlen wurden aber hier nicht festgestellt.

Die Resultate in F_3 gibt die Tabelle 13.

TABELLE 13. *F_3 nach III—6.*

F_2-Pflanze	F_3 gefunden		F_3 berechnet	
	gefleckt	ungefleckt od. schwach gefleckt	gefleckt	ungefleckt od. schwach gefleckt
III—6—1, gefleckt	16	0	16	0
III—6—7, »	35	0	35	0
Summe	51	0	51	0
III—6—2, gefleckt	11	2	$9{,}_{75}$	$3{,}_{25}$
III—6—3, »	6	3	$6{,}_{75}$	$2{,}_{25}$
Summe	17	5	$16{,}_{50}$	$5{,}_{50}$
III—6—4, schwach gefleckt.....	0	17	0	17

Zwei F_2-Pflanzen waren also in bezug auf den scharfen Fleck homozygotisch, *GG*, zwei waren heterozygotisch, *Gg*, eine schwach gefleckte war, nach Erwartung, *gg*. Von den zwei fleckigen Homozygoten gehörte die eine der Gruppe vermuteter Homozygoten, die andere sowie die beiden Heterozygoten aber nicht. Dies stimmt also mit der Vermutung, dass einige Homozygoten unter den kleinfleckigen waren, gut überein.

Eine rote *F_1-Pflanze III—2* gab bei Selbstbestäubung eine Nachkommenschaft, die 1919 aus 106 roten verschiedener Nuance und 52 gefleckten mit verschiedener Grundfarbe bestand. Diese Zahlen weichen stark von den nach dem Verhältnis 3 : 1 zu erwartenden ($118{,}5 : 39{,}5 \pm 5{,}443$) ab, obgleich die Abweichung nicht dreimal den mittleren Fehler erreicht, stimmen aber fast genau mit den nach dem Verhältnis 2 : 1 zu erwartenden ($105{,}33 : 52{,}67 \pm 5{,}926$) überein. Da ich aber dieses Jahr gefunden hatte, dass bei Aussaat der Samen in Erde oft ein hoher Prozent nicht keimt oder wenigstens keine lebensfähige Keimpflanzen gibt, und deswegen die Möglichkeit für eine Selektion sehr günstig sind, wenn nur irgend ein kleiner Unterschied in der Keimfähigkeit oder der Resistenz der Keimpflanzen zwischen verschiedenen Genotypen vorhanden ist, so habe ich im Frühjahr 1920 einen Rest von Samen der F_1-Pflanze III—2 in Petrischalen ausgesät. Alle diese ausgelegten Samen (70) keimten, und die Keimpflanzen wurden pikiert, später konnten aber wegen besonderer Umstände nur 37 Pflanzen berücksichtigt werden, die aus 30 roten und 7 gefleckten bestanden. Hier stimmen also die Zahlen gut mit den berechneten ($27{,}75 : 9{,}25$) überein, die Abweichung ist sogar in der entgegengesetzten Richtung zu derjenigen 1919. Wir werden deswegen auch annehmen müssen, dass die Spaltung in 1919 dem Verhältnis 3 : 1 entsprach, obgleich damals möglicherweise durch Selektion eine Verminderung der roten Pflanzen an Zahl stattgefunden hatte. Wenn die Zahlen beider Jahre summiert werden, stimmen sie (136 : 59) ziemlich gut mit den berechneten ($146{,}25 : 48{,}75 \pm 6{,}047$) überein.

Auch in F_3 zeigten die spaltenden Generationen das theoretische Verhältnis 3 : 1, wie die Tabelle 14 zeigt. Die Übereinstimmung zwischen gefundenen und berechneten Zahlen ist in fast allen sehr gut, fast vollständig. Zwei rote F_2-Pflanzen, III—2—9 und III—2—13, waren möglicherweise Homozygoten, die Zahlen sind aber so klein, dass wir dies nicht mit Sicherheit behaupten können. Die beiden gefleckten F_2-Pflanzen, III—2—2 und III—2—3, hatten, wie zu erwarten war, nur fleckige, keine rote, Nachkommen.

TABELLE 14. *F_3 nach III—2.*

F_2-Pflanze	F_3 gefunden		F_3 berechnet		Mittlerer Fehler
	rot	gefleckt	rot	gefleckt	
III—2—9 , rot	2	0	2	0	—
III—2—13, »	7	0	7	0	—
Summe	9	0	9	0	—
III—2—1, rot	20	13	24,75	8,25	—
III—2—6, »	14	3	12,75	4,25	—
III—2—7, »	12	5	12,75	4,25	—
III—2—8, »	16	6	16,50	5,50	—
III—2—10, »	9	4	9,75	3,25	—
III—2—12, »	18	7	18,75	6,25	—
Summe	89	38	95,25	31,75	± 4,88
III—2—2, gefleckt	0	26	0	26	—
III—2—3, »	0	28	0	28	—
Summe	0	54	0	54	—

Wie erwähnt waren die roten F_2-Pflanzen von verschiedener Nuance, sie waren aber nicht zu klassifizieren. Um zu versuchen festzustellen, ob diese Nuancen verschiedenen Genotypen entsprechen, habe ich in einigen Fällen, wo es möglich war, die Nuance der F_2-Pflanze notiert und die der F_3-Pflanzen damit verglichen. Es zeigte sich dann, dass die F_3-roten nach ungleichen F_2-roten auch ungleich waren und dass auch die fleckigen F_3-Pflanzen verschiedene Grundfarbe je nach der Farbe ihrer roten Geschwister und der F_2-Pflanze besassen. Es wurde dadurch möglich festzustellen, dass die Nuance einer roten Pflanze davon abhängt, welche Grundfarbe (schwach-

TABELLE 15.

F_2-Pflanze		F_3-Pflanzen	
Bezeichnung	Farbe	Nuance der roten	Grundfarbe der fleckigen
III—2—1	?	violettrot	schwachviolett
III—2—10.....	violettrot	violettrot	schwachviolett
III—2—7	dunkelrot	dunkelrot	rosa
III—2—8	dunkelrot	dunkelrot	rosa
III—2—6	hellrot?	hellrot	weiss—schwach rosa
III—2—12.....	hellrot	dunkelrot und hellrot	weiss—schwach rosa

violett, rosa oder weiss) die Blüte hat. Den Zusammenhang zeigt die Tabelle 15, wo die roten Nuancen »dunkelrot», »violettrot» und »hellrot» bezeichnet werden.

Wir sehen also, dass violettrot (Taf. I, Fig. 7), wenn *E* und *B*, dunkelrot (Taf. I, Fig. 8), wenn *E* und *bbCC*, hellrot (Taf. I, Fig. 9), wenn *E* und *bbcc* oder *bbCc* zusammen vorkommen, zustande kommt. Wie früher gezeigt wurde, sind die Heterozygoten *Cc* sehr hell und gehen in die weissen über. Dadurch ist die Spaltung nach der hellroten F_2-Pflanze III—2—12 in dunkelrote (mit *CC*) und hellrote (mit *Cc* oder *cc*) zu verstehen.

Zwei F_1-*Pflanzen* vom Typus rot, Seitenränder hell, nämlich *III—4* und *III—j* wurden selbstbestäubt, und die Zusammensetzung ihrer Nachkommenschaften zeigen die Tabellen 16 und 17.

TABELLE 16. F_2 *nach III—4.*

	rot, S. hell	rot, S. hell, gelb	rot	schwachviolett	schwachviolett, gelb	weiss-rosa	weiss-rosa, gelb
gefunden	207	29	45	19	9	56	11
	236		45	95			
berechnet nach 9 : 3 : 4	$211{,}_5 \pm 9{,}_{620}$		$70{,}_5 \pm 7{,}_{568}$	$94 \pm 8{,}_{398}$			

TABELLE 17. F_2 *nach III—j.*

	rot, S. hell	rot, S. hell, gelb	rot	gefleckt	gefleckt, gelb
gefunden	31	3	10	20	5
	34		10	25	
berechnet nach 9 : 3 : 4	$38{,}_{8125} \pm 4{,}_{121}$		$12{,}_{9375} \pm 3{,}_{242}$	$17{,}_{25} \pm 3{,}_{597}$	

In F_2 nach beiden F_1-Pflanzen kam also das theoretische Verhältnis 9 : 3 : 4 vor, das zu erwarten war, da die F_1-Pflanzen *EeFf* waren. Die Übereinstimmung der gefundenen und der berechneten Zahlen ist ziemlich gut, nur waren die roten nach III—4 gar zu wenig. Die Ursache dazu kenne ich nicht, vielleicht sind aber einige irrtümlicherweise zur Klasse vom Typus rot, Seitenränder hell geführt worden. Da unter den roten keine gelbrandige waren, ist es immerhin möglich, dass die roten gelbrandigen als vom Typus rot, Seitenränder hell, gelb klassifiziert worden sind. Eine partielle Koppelung zwischen

E und *F* würde auch die Abweichung erklären, da aber sowohl nach III—j als auch in der Kreuzung X das normale Verhältnis vorkommt, halte ich eine solche für sehr unwahrscheinlich.

Auffallend ist, dass die F_2-Pflanzen, die nicht zu einer der beiden roten Klassen gehörten, nach III—j alle einen scharfen Fleck besassen, während alle nach III—4 ohne einen solchen waren. Dies ist durch die schon erwähnte Koppelung zwischen *E* und *g* oder *G* zu erklären. In Übereinstimmung mit einer solchen ist auch die Tatsache, dass ich in keiner Nachkommenschaft einer selbstbestäubten Pflanze mit *E* mit Sicherheit gleichzeitig genotypisch scharf fleckige und helle ungefleckte erhalten habe. Nur der eine dieser Typen war in solchen Nachkommenschaften vorhanden. Dies war der Fall nach Selbstbestäubung von 1917—5—4, in F_2 und F_3 nach III—2 und III—4, in F_2 nach III—j, II—1 und II—25. Nur in F_2 nach X—2 waren drei phaenotypisch gefleckte Pflanzen vorhanden, da aber in dieser Kreuzung die *EcFf*-Pflanzen auch phaenotypisch gefleckt sein konnten, halte ich diese für genotypisch vom Typus rot, Seitenränder hell, und dies wird sicher richtig sein, da sie sonst die einzige Ausnahme der oben genannten Regel bilden würden.

Interessant ist, dass in diesen beiden F_2-Generationen auch gelbrandige Formen ausgespaltet wurden, obgleich in keiner der Nachkommenschaften der beiden *P*-Pflanzen solche beobachtet worden waren. Wenn solche nicht nur zufällig ausblieben oder wirklich vorhanden waren aber übersehen wurden, wird man das Auftreten in F_2 kaum anders erklären können als durch die Annahme von zwei verschiedenen Genen, die einzeln und auch in heterozygotischem Zustande die gelbe Färbung unterdrücken. Wenn je eins von diesen bei den *P*-Pflanzen vorhanden war, würden die F_1-Pflanzen in beiden heterozygotisch werden und in F_2 würde eine Spaltung in nichtgelbe und gelbe im Verhältnis 15 : 1 eintreten. Da aber nicht in allen F_2-Generationen eine solche Spaltung eintrat, müsste die eine *P*-Pflanze beide Gene, das eine aber heterozygotisch, das andere homozygotisch besessen haben. Die Zahlen in den beiden F_2-Generationen nach III—4 und III—j stimmen aber mit dieser Annahme schlecht überein, und sogar noch schlechter als mit der Annahme einer 3 : 1 Spaltung. Die Zahlen waren nämlich 388 nichtgelbe und 57 gelbe, während nach dem Verhältnis 15 : 1 $417{,}_{1875} : 27{,}_{8125} \pm 5{,}_{106}$ und nach dem Verhältnis 3 : 1 $333{,}_{75} : 111{,}_{25} \pm 9{,}_{134}$ zu erwarten waren. Die Abweichung vom Verhältnis 15 : 1 ist also fast sechsmal und die vom Verhältnis 3 : 1 auch beinahe sechsmal den mittleren Fehler und also in beiden Fällen gar zu gross. In

letztem Falle würde man aber die Abweichung dadurch erklären können, dass alle gelbe Individuen nicht als solche erkannt wurden, was in erstem Falle nicht möglich ist. Ich halte es deswegen für wahrscheinlich, dass die Zahlen dem theoretischen Verhältnis 3 : 1 entsprechen. Dass keine der *P*-Pflanzen gelbe Nachkommen hatte, kann dann in derselben Weise erklärt werden, indem die gelben nicht als solche erkannt oder möglicherweise ganz einfach übersehen wurden, weil ich damals eine Ausspaltung von gelben Typen nicht erwartete.

TABELLE 18. *F_3 nach III—4.*

F_2-Pflanze		F_3						
Bezeichnung	Farbe	rot, S. hell	rot, S. hell, gelb	rot	schwachviolett	schwachviolett, gelb	rosa-weiss	rosa-weiss, gelb
III—4—3 ...	rot, S. hell	17?	0?	—	—	1	3	4
III—4—11 ...	rot, S. hell, gelb	—	25	—	—	1	—	6
III—4—12 ...	» » » »	—	10	—	—	1	—	2
III—4—1 ...	rot	—	—	22	5	—	4	—
III—4—5 ...	»	—	—	20	—	—	—	—
III—4—16 ...	schwachviolett	—	—	—	10	4	3	1
III—4—19 ...	»	—	—	—	14	4	7	2
III—4—8 ...	schwachviolett, gelb	—	—	—	—	4	—	1
III—4—15 ...	» »	—	—	—	—	17	—	5
III—4—10 ...	rosa—weiss,	—	—	—	—	—	7	3
III—4—18 ...	» »	—	—	—	—	—	1	4
III—4—20 ...	» »	—	—	—	—	—	28?	0?
III—4—6 ...	rosa—weiss, gelb	—	—	—	—	—	—	31
III—4—9 ...	» » »	—	—	—	—	—	—	26
III—4—17 ...	» » »	—	—	—	—	—	—	21

In F_3 stimmen die Verhältnisse mit der Annahme einer 3 : 1 Spaltung gut überein. In zwei Fällen wurde die Zahl der gelben nicht sicher festgestellt, nämlich nach III—4—3 und III—4—20. Zwei F_2-Pflanzen (III—4—1, III—4—5) gaben keine gelben Nachkommen, vier (III—4—16, III—4—19, III—4—10 und III—4—18) spalteten in F_3 in nichtgelbe und gelbe etwa im Verhältnis 3 : 1 (gefundene Gesamtzahl 42 : 18, berechnete 45 : 15 $\pm$ 3,351). In keinem Falle kam die Spaltung 15 : 1 vor. 7 gelbe F_2-Pflanzen hatten nur gelbe Nachkommen (Gesamtzahl 153), so dass man hier nicht eine zu gelb re-

zessive nichtgelbe Form als Erklärung der Zahlenverhältnisse annehmen kann.

Da die gelbe Farbe meistens nur an den Rändern der Blüte vorkommt, ist es bei gelben im allgemeinen möglich zu entscheiden, welchen Farbentypus sie sonst besitzen. Eine Ausnahme bildet möglicherweise die roten, da ich keine Pflanze dieses Typus mit Gelb beobachtet habe. Es ist aber nicht ausgeschlossen, dass einige der von mir als rot, Seitenränder hell, gelb klassifizierten eigentlich genotypisch rot, gelb waren, wie ich schon erwähnt habe. Auffallend ist aber, dass unter den helleren Pflanzen die gelben verhältnismässig viel zahlreicher waren als unter denjenigen vom Typus rot, Seitenränder hell. Ob dies darauf beruht, dass die gelbe Färbung bei den hellen Typen sich leichter entwickelt und der Unterschied also nur phaenotypisch ist, oder ob hier eine Koppelung zwischen *E* und *A* vorliegt, kann natürlich nicht entschieden werden, solange die Zahlen selbst unsicher sind. Eine solche Koppelung würde aber auch das Fehlen von roten mit Gelb erklären können.

Unter den hellen F_2-Pflanzen nach III—4 waren 28 schwachviolette und 67 weisse bis rosafarbige. Die letzteren konnten nicht scharf in zwei Klassen aufgeteilt werden und werden deswegen im folgenden als »weissliche» zusammengeführt. Das Verhältnis ist dann etwa 1 : 3 und würde also durch die Annahme von Rezessivität der schwachvioletten Form erklärt werden können. Dies kann aber nicht die richtige Erklärung sein, da aus F_3 hervorgeht, dass schwachviolett über weisslich dominiert. Nach 4 schwachvioletten F_2-Pflanzen (III—4—16, III—4—19, III—4—8, III—4—15) spalteten nämlich die F_3-Generationen alle im Verhältnis 3 schwachviolett : 1 weisslich (gefundene Gesamtzahl 53 : 19, berechnete 54 : 18 $\pm$ 3,674), während alle 6 weissliche F_2-Pflanzen nur weissliche Nachkommen hatten und zwar zusammen 124. Wie ich schon bei der Kreuzung V nachgewiesen habe, kann aber das Zahlenverhältnis durch die Annahme einer Koppelung zwischen *B* und *E* und zwar in der Weise, dass die Heterozygoten *BbEe* ihre Gameten ungefähr im Verhältnis 6 *BE* : 1 *Be* : 1 *bE* : 6 *be* gebildet werden. Diese Annahme stimmt, wie erwähnt wurde, mit den Resultaten in F_1 gut überein, und auch die Zahlen in F_2 nach III—4 sind mit den berechneten in sehr guter Übereinstimmung. Es wurden gefunden 281 Pflanzen der beiden roten Klassen, 28 schwachviolette und 67 weissliche, während 282 $\pm$ 8,396, 24,94 $\pm$ 4,825 und 69,06 $\pm$ 7,509 berechnet waren. Die Abweichung war also bei allen Gruppen kleiner als der mittlere Fehler. Auch in F_3 stimmen die gefundenen

Zahlen mit den zu erwartenden gut überein. Nach drei F_2-Pflanzen (III—4—3, III—4—11, III—4—12) waren die schwachvioletten F_3-Pflanzen in jedem Falle weniger zahlreich als die weisslichen, nur nach einer (III—4—1) waren sie zahlreicher, aber nur unbedeutend. Zusammen waren die in F_3 gefundenen Zahlen 79 rote von beiden Typen, 8 schwachviolette und 19 weissliche und die berechneten $79{,}5 \pm 4{,}458$, $7{,}03 \pm 2{,}562$ und $19{,}47 \pm 3{,}987$. Die Übereinstimmung ist also auch hier sehr gut. In Tabelle 19 sind alle Fälle, wo in F_2 und F_3 der Kreuzungen III und V diese Spaltung vorkommt, zusammengestellt, und wie aus der Tabelle hervorgeht, ist die Übereinstimmung der gefundenen und berechneten Zahlen in den meisten Einzelfällen und ganz besonders in der Summe dieser sehr gut.

TABELLE 19.

Elternpflanze	Gefunden			Berechnet		
	rot, S. hell und rot	schwachviolett	weisslich	rot, S. hell und rot	schwachviolett	weisslich
III—4.....	281	28	67	282	24,94	69,06
III—4—1 ...	22	5	4	23,25	2,06	5,69
III—4—3 ...	17	1	7	18,75	1,66	4,59
III—4—11...	25	1	6	24	2,12	5,88
III—4—12...	10	1	2	9,75	0,86	2,39
V—1	81	6	23	82,5	7,3	20,2
V—1—4	18	1	13	16,5	1,46	4,04
Summe	454	43	112	$456{,}75 \pm 10{,}69$	$40{,}39 \pm 6{,}141$	$111{,}86 \pm 9{,}556$

Aus diesen Resultaten geht also mit Sicherheit hervor, dass *B* und *E* mit einander gekoppelt waren und zwar ungefähr im Verhältnis 6 *BE* : 1 *Be* : 1 *bE* : 6 *be*. Natürlich braucht es nicht genau dieses theoretische Verhältnis zu sein, da die Verhältniszahlen nicht notwendig ganz sein müssen, es muss aber ein Verhältnis sein, dass diesem sehr nahe liegt. Nach der Chromosomentheorie können wir dann schliessen, dass die allelomorphen Paare *B*—*b* und *E*—*e* in demselben Chromosomenpaar liegen und dass ein »crossing-over»-Prozent von etwa $14{,}3 \left(= \frac{2 \cdot 100}{14} \right)$ vorhanden ist.

Noch eine andere Koppelung ist in dieser Kreuzung vorhanden. Wie bei der Beschreibung der Farbentypen (S. 153) erwähnt wurde, habe ich bei Pflanzen vom Typus rot, Seitenränder hell bis jetzt nicht mit Sicherheit die von mir »dunkelrot» bezeichnete Nuance angetroffen.

Da diese bei Pflanzen mit *E* und *CC* vorkommt, kann dies durch eine Koppelung von *c* und *F* erklärt werden, da dann nicht oder nur verhältnismässig selten Pflanzen, die gleichzeitig *F* haben und *CC* sind, entstehen können. Über den Grad dieser Koppelung kann ich noch nichts bestimmtes sagen, da ich noch nicht genügend genaue Beobachtungen darüber angestellt habe.

Weiss × *schwachviolett,* Kreuzung XIV, 1917—20—5 × 1917—17—6.

Die weisse *P*-Pflanze ist schon mehrmals erwähnt worden. Die schwachviolette wurde als *amoena,* weissblütig angegeben, war aber keine reine *amoena*-Form, da sie nicht nur in mehreren äusseren Charakteren sondern auch darin, dass sie mit der *Whitneyi*-Pflanze völlig fertile F_1-Bastarde bildete, von der Art *amoena* abwich. Ausserdem war sie nicht weissblütig, so eine Verwechslung wird wohl stattgefunden haben. Ihre systematische Stellung ist noch unsicher, da sie wahrscheinlich auch keine reine *Whitneyi* ist, ich führe aber hier ihre Kreuzungen mit *Whitneyi* zu den Varietätenkreuzungen dieser Art, da sie immerhin scheint ihr nahe zu stehen. Ich hoffe später eine Gelegenheit zu bekommen auf diese Fragen näher einzugehen.

Von 1917—17—6 selbst bekam ich leider keine Samen. Alle Pflanzen derselben Samenprobe waren aber ihr in der Farbe ziemlich ähnlich.

Die F_1-Pflanzen waren alle 44 violett und also dunkler als die *P*-Pflanze. Dies wird dadurch erklärt, dass bei der weissen Pflanze das Gen *D* vorhanden ist, das allein keine sichtbare Wirkung hat, mit dem Gen *B* zusammen dagegen violette Farbe bewirkt. In F_2 trat Spaltung in violette und schwachviolette, welche beide Typen aber durch Übergänge verbunden waren, so dass eine Klassifizierung unmöglich war, und deswegen im folgenden zusammen als farbige bezeichnet werden, und weisse ein. Die gefundenen und die nach dem Verhältnis 3 farbig : 1 weiss berechneten Zahlen werden in der Tabelle 20 angegeben.

Die F_2-Generationen zeigen beide ziemlich grosse Abweichungen vom theoretischen Verhältnis, aber in entgegengesetzter Richtung. F_2 nach XIV—1 enthält zu viel, F_2 nach XIV—30 zu wenig farbige. Bei jener ist die Zahl der Pflanzen so klein, dass man die Abweichung als nur zufällig betrachten kann, bei dieser ist sie aber bei ziemlich grossen Zahlen fast dreimal so gross wie der mittlere Fehler. Wenn beide zusammen gezählt werden, ist aber die Abweichung wenig grösser als

TABELLE 20. *F_2 nach XIV—1 und XIV—30.*

F_1-Pflanze	Gefunden		Berechnet		Abweichung	Mittlerer Fehler
	farbig	weiss	farbig	weiss		
XIV—1	17	1	13,5	4,5	3,5	—
XIV—30, 1919	43	23	49,5	16,5	6,5	—
» 1920	10	7	12,75	4,25	2,75	—
» 1919+1920	53	30	62,25	20,75	9,25	± 3,945
Summe	70	31	75,75	25,25	5,75	± 4,352

der mittlere Fehler, und die Spaltung kann sicher als dem theoretischen Verhältnis 3 : 1 entsprechend betrachtet werden, da die Resultate in F_3 damit sehr gut übereinstimmen. Als Ursache der Verschiebung in F_2 würde man vielleicht eine Selektion vermuten können. Es keimten nämlich von 100 Samen von XIV—1 nur 73, und nur 44 Keimpflanzen konnten pikiert werden, da die übrigen kurz nach der Keimung starben. Beim Auspflanzen ins Freie waren nur noch 24 lebend. Von XIV—30 wurden im Jahre 1919 die Samen in Erde gesät, und der Prozentsatz gekeimter Samen wurde nicht festgestellt. 1920 wurde ein neuer Teil dieser Samen in Petrischalen ausgesät. Von den 50 ausgelegten Samen keimten 46, nach dem Pikieren starben aber viele ab. In beiden Fällen starb also ein grosser Teil der Sämlinge frühzeitig ab, und eine Ausmerzung der weniger resistenten Typen hätte also stattgefunden haben können. Da aber das Resultat in den beiden Fällen gerade entgegengesetzt war, ist eine Selektion in bezug auf den Farbentypus jedoch unwahrscheinlich. Auffallend ist aber, dass in F_3 nach XIV—30, wo alle Samen in Petrischalen gekeimt worden waren und meistens ein ziemlich hoher Prozent ausgepflanzt werden konnte (vergl. Tabelle 2 und Tabelle 21!), die Zahlen in den spaltenden Generationen dem Verhältnis 3 : 1 sehr nahe kamen (Tabelle 21).

Das Resultat in F_3 nach XIV—30 zeigt Tabelle 21. Von den 9 selbstbestäubten farbigen F_2-Pflanzen hatten 3 nur farbige Nachkommen und 5 farbige und weisse im Verhältnis 3 : 1. Eine, XIV—30—12, hatte so wenig Nachkommen (4), dass sie nicht mit Sicherheit klassifiziert werden konnte. Bei einer monohybriden F_2-Spaltung war das Verhältnis 1 : 2 zwischen der Zahl der konstanten farbigen und der Zahl der spaltenden F_3-Generationen zu erwarten. Unter 8 F_3-Generationen waren also die theoretischen Zahlen 2,67 : 5,33 und die gefundenen 3 : 5, eine sehr gute Übereinstimmung. Die beiden weissen F_2-Pflanzen hatten, wie zu erwarten war, nur weisse Nachkommen.

TABELLE 21. *F_3 nach XIV—30.*

F_2-Pflanze	F_3 gefunden		F_3 berechnet		Abweichung	Mittlerer Fehler
	farbig	weiss	farbig	weiss		
XIV—30—5, farbig	18	0	18	0	—	—
XIV—30—8, »	24	0	24	0	—	
XIV—30—2, »	23	0	23	0	—	—
Summe	65	0	65	0	—	—
XIV—30—12, farbig	4	0	?	?	—	—
XIV—30—1, farbig	27	8	26,25	8,75	+ 0,75	—
XIV—30—3, »	24	11	26,25	8,75	— 2,25	—
XIV—30—6, »	10	1	8,25	2,75	+ 1,75	—
XIV—30—11, »	10	6	12	4	— 2	—
XIV—30—13, »	14	5	14,25	4,75	— 0,25	—
Summe	85	31	87	29	—2	± 4,664
XIV—30—9, weiss	0	37	0	37	—	—
XIV—30—10, »	0	32	0	32	—	—
Summe	0	69	0	69	—	—

Übersicht über die Gene der Blütenfarbe.

A—a, *aa*-Pflanzen sind mehr oder weniger gelb. *A* unterdrückt die gelbe Färbung.

B—b, *B* bewirkt schwachviolette Farbe.

C—c, *CC*-Pflanzen sind rosa, *Cc*-Pflanzen schwach rosa, fast weiss.

D—d, *D* gibt mit *B* oder *C* zusammen violette Farbe, allein hat es keine sichtbare Wirkung.

E—e, *E* bewirkt rote Farbe.

F—f, *F* gibt mit *E* zusammen den Typus rot, Seitenränder hell, hat allein keine sichtbare Wirkung.

G—g, *G* gibt einen roten Fleck, der bei *GG*-Pflanzen meistens grösser ist als bei *Gg*-Pflanzen.

H—h, *H* macht mit *G* zusammen einen grösseren Fleck als *G* allein und homozygotisch meistens einen grösseren als heterozygotisch. Mit *gg* zusammen hat *H* keine sichtbare Wirkung.

I—i, *I* gibt rosa-violette Farbe aber wahrscheinlich nur bei Gegenwart von *B*.

Wahrscheinliche Konstitution der P-Pflanzen.

1917—1—5 *AAEEFf*, rot, Seitenränder hell.
1917—1—7 *AABbEeFF*, rot, Seitenränder schwachviolett.
1917—5—4 *BbCCddEeffGgHh*, rot.
1917—8—6 *AAEEff*, rot.
1917—9—6 *aabbccddeeFFgg*, gelb, mit schwachem roten Fleck.
1917—13—5 *AABBccDDeegg*, violett.
1917—13—a *AAbbCCDDeeffgg*, violett.
1917—17—6 *AABBccddeegg*, schwachviolett.
1917—19—6 *aaBBccddeeGG*, gelb, rot gefleckt.
1917—20—5 *AAbbccDDeegg*, weiss.
1917—26—a *BbCcddeeFfGghh*, schwachviolett, rot gefleckt.
1917—19—6—3 *aaBBccddeeGG*, gelb, rot gefleckt.
1917—26—a—12 *AAbbccddeeGGhh*, weiss, rot gefleckt.

Übersicht über die Resultate.

Die jetzt behandelten Kreuzungen in bezug auf die Blütenfarbe zeigen, dass hier überall regelmässige Spaltungen vorkommen und dass keine solche Komplikationen wie in der Gattung *Oenothera* vorhanden sind. Fast überall wurden Zahlen erhalten, die, wenn einzelne Merkmalspaare berücksichtigt werden, den Mendelzahlen sehr gut entsprechen. Die Spaltungen waren aber nicht immer von einander unabhängig, sondern hier, wie in den meisten genauer untersuchten Spezies, kamen Koppelungen verschiedener Gene vor. Es wurden in den erwähnten Kreuzungen folgende Koppelungen nachgewiesen:

B und *E* ungefähr im Verhältnis 6 *BE* : 1 *Be* : 1 *bE* : 6 *be*,
E und *g* in noch nicht festgestelltem Verhältnis,
C und *f* auch in noch nicht festgestelltem Verhältnis.

Für die übrigen vier Gene ist eine Koppelung bis jetzt nicht nachgewiesen worden, und vielleicht werden sie alle von anderen Farbengenen unabhängig vererbt, obgleich das Material noch nicht genügend analysiert ist um feste Schlüsse hierüber zu erlauben. Da miteinander gekoppelten Gene in demselben Chromosom liegen, kann man schliessen, dass *B*, *E* und *G* in demselben Chromosomenpaare, während *C* und *F* beide in einem anderen liegen. Man würde also aus dem Verhalten der Farbengene den Schluss ziehen müssen, dass *G. Whitneyi* wahrscheinlich wenigstens 6 Chromosomenpaare besitzt. Soviel ich weiss, ist die Chromosomenzahl bei *Godetia* noch nicht genau festgestellt, wenigstens gibt Tischler (1917) nichts darüber an.

Eine gewisse Parallele mit *Antirrhinum* (Baur 1910, 1919) bietet das Verhalten der gelben Pflanzen. Bei *Antirrhinum* kommt eine Serie Farben auf Gelb, eine andere entsprechende auf Elfenbein (gelblichweiss) vor. Auch bei *G. Whitneyi* kommt fast dieselbe Serie von Farbentypen mit Gelb (rot vielleicht ausgenommen) und ohne Gelb vor. Bei beiden ist nur oder hauptsächlich der distale Teil der Blüte gelb und der gelbe Typus rezessiv. Bei *Antirrhinum* ist aber eine rezessive weisse Form vorhanden, während mir bei *G. Whitneyi* eine solche nicht bekannt ist, und bei *Antirrhinum* wird die Farbennuance durch das Gelb verändert, während bei *G. Whitneyi* das Gelb als rein Gelb neben der Anthocyanfarbe auftritt. Auch hat in *Antirrhinum* der Gelbfaktor eine vergrössernde Wirkung auf die Blüte, da die rezessiv weissen kleinblütiger sind, bei *G. Whitneyi* sind dagegen die gelben Blüten im Mittel die kleinsten wie im Abschnitt Blütengrösse näher erwähnt werden wird.

Interessant ist, dass bei *G. Whitneyi* anscheinend vier Gene, *B, C, E* und *G,* allein Anthocyanfarbe hervorbringen können, während dazu in den meisten Fällen sonst (Beispiele bei Wheldale 1916) zwei Gene zusammen nötig sind, welche Grundfaktoren für Anthocyanfarbe sind. Vielleicht ist bei der weissen *Whitneyi*-Form ein solches Gen vorhanden, mit welchem die genannten vier Gene jedes für sich allein Anthocyanfarbe hervorbringen können. Da die weisse Form kein »Albino» ist sondern Anthocyanfarbe z. B. in vegetativen Teilen, den Antheren und alternden Blütenblättern hervorbringen kann, ist dies sehr wahrscheinlich. Eine Parallele bietet das Verhalten bei *Collinsia bicolor,* wo ich (Rasmuson 1920 a) durch Kreuzung zweier fast rein weiss blühenden Formen violettblühende Pflanzen erhielt. Hier besass nämlich die eine weissblütige Form etwas Anthocyan in den vegetativen Teilen, während die andere rein grün war. Man würde danach vielleicht auch bei *G. Whitneyi* eine weissblütige, anthocyanfreie Form erwarten, die bei Kreuzung mit der schon bekannten weissen Form Pflanzen mit anthocyanfarbigen Blüten geben würde. Die Gene *D, F, H* und wahrscheinlich auch *I* haben allein keine sichtbare Wirkung sondern nur bei Gegenwart anderer bestimmter Gene.

Im vorigen habe ich fast immer von Dominanz gesprochen, auch wenn es vielleicht richtiger wäre, von Epistasie zu sprechen, da aber dieser Ausdruck nur wenig benutzt wird und mir ziemlich überflüssig erscheint, habe ich ihn hier gar nicht verwendet. Auch wenn die Dominanz nicht ganz vollständig war, habe ich meistens jedoch von Dominanz gesprochen, sobald der eine Typus deutlich, wenn auch

etwas geschwächt, hervortrat. Wahrscheinlich liegt niemals bei Blütenfarben vollständige Dominanz vor, auch wenn es uns so erscheint, da aus den Versuchen von CORRENS (1903) hervorgeht, dass wir durch blosse oberflächliche Beobachtung uns sehr täuschen können.

BLÜTENGRÖSSE.

In der F_2-Generation nach der Pflanze III—4 fand ich ziemlich beträchtliche Unterschiede in der Blütengrösse (Fig. 2, 7—10) und ich kam deswegen auf den Gedanken festzustellen, ob diese genotypischer Natur oder nur Modifikationen waren. Mehrere F_2-Pflanzen mit ganz

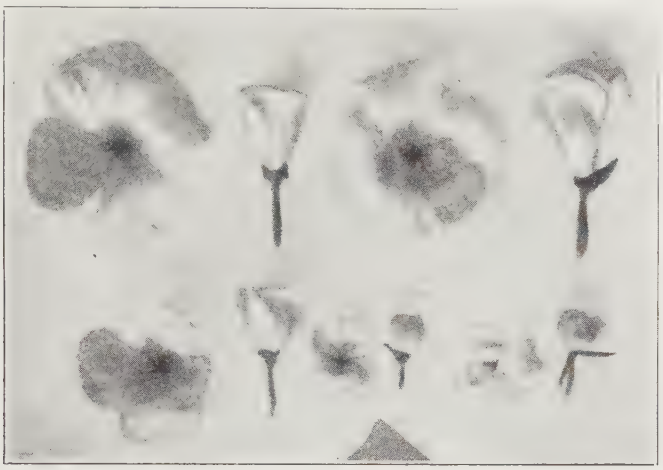


Fig. 2. Blüten verschiedener Pflanzen in F_2 nach III—4. Obere Reihe: III—4—19, III—4—20. Untere Reihe: III—4—18, III—4—15, III—4—17.

verschiedener Blütengrösse wurden zu diesem Zwecke unter gewöhnlicher Kontrolle selbstbestäubt. Ausserdem wurde von jeder einzelnen F_2-Pflanze die Länge eines Kronenblattes festgestellt, wobei immer wohlentwickelte Blüten genommen wurden. Im folgenden Jahre, 1920, wurden die durch Selbstbestäubung entstandenen Samen der beiden P-Pflanzen (die Kreuzung III war 1917—5—4 × 1917—26—a) sowie die durch Kreuzung enstandenen von 1917—5—4 ausgesät und später die Blüten der einzelnen Pflanzen gemessen und zwar ein Kronenblatt von jeder vorhandenen Blüte. In ähnlicher Weise wurden die Blüten zahlreicher F_3-Pflanzen nach verschiedenen F_2-Pflanzen gemessen. Diese Messungen sind in den Tabellen 22—25 mitgeteilt.

TABELLEN 22—25. BLÜTENGRÖSSE IN KREUZUNG III. 1917—5—4 ♂ 1917—26—a.

TABELLE 22. *Kreuzung III. Nachkommen der P-Pflanzen.*

Bezeichnung der Pflanze	Gemessen	Länge je eines Kronenblattes der einzelnen Blüten	Mittel der Pflanze
1917—5—4, selbstbefr.			
—a	9/9 1920	22, 23, 27,	24,0
—b	»	25, 28, 30,	27,7
—c	»	30, 30,	30,0
Mittel	—	— —	27,23
1917—26—a, selbstbefr.			
—b	15/9 1920	29, 33,	31,0
—n	»	31,	31,0
—a	»	29, 34,	31,5
—e	»	30, 31, 32, 33, 34,	32,0
—o	»	31, 32, 33,	32,0
—m	»	32, 34,	33,0
—g	»	34,	34,0
—c	»	35,	35,0
—h	»	33, 34, 36, 37, 37, 37, 37, 39,	36,3
—d	»	35, 36, 36, 36, 37, 39,	36,5
—f	»	33, 40,	36,5
Mittel	—	— —	33,53

TABELLE 23. *Kreuzung III. F_1.*

Bezeichnung der Pflanze	Gemessen	Länge je eines Kronenblattes der einzelnen Blüten	Mittel der Pflanze
III ..... —e	9/9 1920	30,	30,0
—f	»	31,	31,0
—g	»	32,	32,0
—h	»	32,	32,0
—i	»	33,	33,0
—j	»	26, 33, 35, 36,	33,3
—k	»	31, 32, 32, 32, 33, 33, 35, 35, 35, 36,	33,4
—l	»	31, 32, 32, 34, 35, 35, 36, 37,	34,0
—m	»	35, 35,	35,0
—n	»	32, 35, 35, 35, 36, 36, 37, 37, 37, 38,	35,8
Mittel	—	— —	32,95

Die Mittel der Nachkommen der beiden *P*-Pflanzen waren 1920 27,23 bezw. 33,53 mm, und also war ein kleiner Unterschied in der Blütengrösse vorhanden. Bei der kleinen Zahl der Individuen braucht er ja nicht von grosser Bedeutung zu sein, auffallend ist aber, dass die grösste Zahl eines Nachkommen von 1917—5—4 kleiner ist als die kleinste eines Nachkommen von 1917—26—a. Es ist deswegen sehr wohl möglich, dass dieser Unterschied genotypischer Natur ist, und dies ist sogar sehr wahrscheinlich, da im Samenverzeichnis die Sorte, welcher der Pflanze 1919—26—a gehörte, als grossblütig bezeichnet wurde.

Die F_1-Pflanzen stehen im Mittel den Nachkommen von 1917—26—a sehr nahe, und man würde also annehmen können, dass, wenn der Unterschied wirklich genotypisch ist, der

TABELLE 24. *Kreuzung III. F_2 nach III—4.*

Farbentypus	Blütenlänge in mm																									Mittel
	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	
rot, Seitenränder hell	—	—	2	3	3	3	1	6	9	9	7	10	11	11	6	9	10	13	7	8	10	4	1	2	3	1	37,577
» » , gelb	—	2	1	3	3	1	4	1	1	2	3	1	—	1	4	2	—	2	2	—	—	—	1	—	—	—	33,382
rot	—	—	1	—	—	1	4	2	2	4	2	5	9	5	7	2	4	3	6	2	1	1	1	—	2	—	37,453
schwachviolett	—	—	—	—	—	—	—	1	3	—	1	1	1	1	—	—	—	1	1	—	2	—	4	—	2	—	38,895
» , gelb	1	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	34,167
rosa	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	4	2	—	1	2	1	2	1	1	—	—	1	1	—	39,316
» , gelb	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	37,000
rosa Punkte und Striche	—	—	1	—	—	1	—	—	1	—	—	—	1	1	1	—	1	—	1	1	—	—	1	—	—	—	36,900
» » » , gelb	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	35,000
weisslich	—	1	—	—	—	1	1	—	2	—	1	—	—	1	1	—	1	1	1	—	—	1	—	1	—	—	36,308
» , gelb	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	34,000
Summe aller Pflanzen	2	3	5	6	6	8	10	12	20	16	17	18	26	23	22	14	18	21	22	13	15	6	8	4	8	1	37,083
» » » ohne Gelb	—	1	4	3	3	6	6	9	17	13	13	17	26	21	16	12	18	19	18	12	14	6	7	4	8	1	37,686
» » » mit Gelb	2	2	1	3	3	2	4	3	3	3	4	1	—	2	6	2	—	2	4	1	1	—	1	—	—	—	33,780

grössere Typus annähernd dominiert. Die Zahlen der F_1-Pflanzen sowie die der Nachkommen der P-Pflanzen sind wahrscheinlich alle zu klein im Vergleich mit denjenigen der später zu erwähnenden F_3-Pflanzen, obgleich diese in demselben Jahre erhalten wurden, da jene

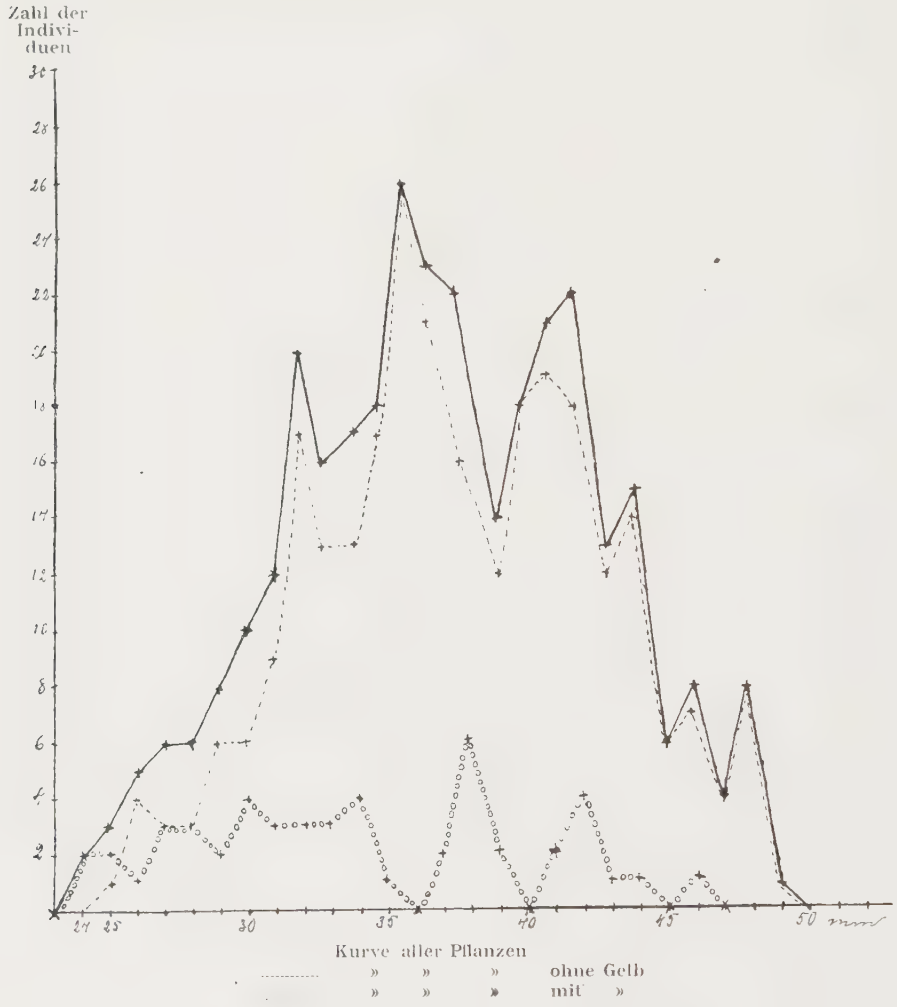


Fig. 3. Kurven der Blütengrösse in F_2 nach III—4.

Pflanzen spät gesät und ausgepflanzt wurden und deswegen verhältnismässig klein und schwach blieben.

In F_2 trat eine deutliche Spaltung ein, wie die Tabelle 24 zeigt. Die Blüten variierten kontinuierlich zwischen 24 und 49 mm. Zwar sind diese Zahlen wenig sicher, da nur ein einziges Kronenblatt jeder

TABELLE 25. *Kreuzung III.* F_3.

Bezeichnung der Pflanze	Gemessen	Länge je eines Kronenblattes der einzelnen Blüten	Mittel der Pflanze
F_2III—4—17, gelb.	1919	24,	24,0
F_3III—4—17, selbstbefr.			
—8	29/7 1920	26, 27, 28, 28, 30, 31,	28,3
—5	»	26, 27, 28, 28, 28, 30, 31,	28,3
—1	»	27, 29, 31, 31, 32, 35, 35, 36, 37,	32,6
—7	»	31, 31, 32, 32, 33, 34, 35, 35, 36, 36,	33,5
—3	»	30, 31, 34, 34, 35, 37,	33,5
—2	»	32, 32, 32, 33, 34, 35, 35, 36, 36,	33,9
—4	»	33, 33, 33, 34, 34, 34, 34, 35, 36, 37,	34,3
—6	»	34, 34, 35, 35, 35, 36, 36, 38, 40, 41,	36,4
Mittel	—	— —	32,60
F_2III—4—15, gelb.	1919	24,	24,0
F_3III—4—15, selbstbefr.			
—5	29/7 1920	28, 29, 30, 30, 30, 31, 31, 31, 33, 33,	30,6
—1	»	30, 31, 31, 32, 32, 33, 33, 33, 36, 36,	32,7
—3	»	30, 30, 31, 32, 32, 34, 34, 36, 36, 36,	33,1
—2	»	31, 32, 32, 33, 33, 35, 35, 36, 38, 39,	34,4
—6	»	33, 33, 34, 35, 36, 36, 36, 37, 37, 37,	35,4
—4	»	32, 33, 35, 35, 36, 36, 36, 37, 38, 39,	35,7
Mittel	—	— —	33,65
F_2III—4—6, gelb.....	1919	31,	31,0
F_3III—4—6, selbstbefr.			
—11	15/8 1920	30, 31, 31, 31, 32, 32, 34, 36, 36,	32,6
—3	»	27, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 37, 38, 39,	32,6
—7	»	36, 37, 38, 38, 39, 39, 39, 41, 41, 43,	39,1
—1	»	29, 34, 40, 41, 41, 43, 43, 44,	39,4
—9	»	37, 37, 39, 39, 41, 41, 43, 44,	40,1
Mittel	—	— —	36,76
F_2III—4—16, nichtgelb, spaltend	1919	35,	35,0
F_3III—4—16, selbstbefr.			
—3	29/7 1920	36, 38, 38, 38, 39, 40, 41, 42,	39,0
—6	»	38, 38, 39, 40, 40, 42, 43, 43, 44, 44,	41,1
—2	»	41, 41, 41, 42, 42, 43, 44, 44, 44,	42,4
—5	»	39, 40, 41, 41, 43, 43, 44, 46, 46, 46,	42,9
—4	»	41, 42, 42, 42, 43, 43, 44, 44, 45, 45,	43,1
—7	»	39, 42, 42, 44, 44, 44, 45, 45, 45, 47,	43,7
—1	»	41, 42, 43, 44, 44, 44, 45, 45, 46, 47,	44,1
Mittel	—	— —	42,33

Bezeichnung der Pflanze	Gemessen	Länge je eines Kronenblattes der einzelnen Blüten	Mittel der Pflanze
F_2III—4—12, gelb.....	1919	38,	38,0
F_3III—4—12, selbstbefr.			
—7	$^{15}/_{8}$ 1920	31, 34, 35,	33,3
—3	»	30, 30, 40,	33,3
—1	»	32, 33, 40,	35,0
—4	»	38, 38, 42, 45, 47,	42,0
—6	»	47, 48, 50,	48,3
Mittel	—	— —	38,38
F_2III—4—10, nicht-gelb, spaltend.	1919	40,	40,0
F_3III—4—10, selbstbefr.			
—6	$^{15}/_{8}$ 1920	33, 35, 37, 37, 38, 39, 40, 41,	37,5
—8	»	34, 37, 40, 42, 42, 43, 43, 45,	40,8
—9	»	35, 38, 40, 43, 43, 45,	41,0
—1	»	38, 39, 42, 44, 46,	41,8
—4	»	40, 41, 41, 41, 43, 44, 45, 45, 46, 46,	43,2
Mittel	—	— —	40,86
F_2III—4—9, gelb.	1919	43,	43,0
F_3III—4—9, selbstbefr.			
—5	$^{15}/_{8}$ 1920	32, 35, 35, 35,	34,2
—8	»	30, 30, 33, 36, 36, 38, 39, 39,	35,1
—12	»	33, 33, 34, 35, 37, 40, 41,	36,1
—4	»	32, 34, 35, 37, 37, 38, 38, 40,	36,4
Mittel	—	— —	35,45
F_2III—4—18, nicht-gelb, spaltend.	1919	43,	43,0
F_3III—4—18, selbstbefr.			
—1	$^{29}/_{7}$ 1920	38, 39, 40, 41, 43, 43, 44, 44,	41,5
—4	»	42, 44, 45, 45, 46, 46, 47, 48, 48,	45,7
—3	»	44, 45, 45, 46, 47, 47, 48, 49, 49, 50,	47,0
—2	»	45, 48, 49, 50, 50, 50, 50, 51, 51, 51,	49,5
Mittel	—	— —	45,93
F_2III—4—1, nicht-gelb, konstant.	1919	44,	44,0
F_3III—4—1, selbstbefr.			
—8	$^{15}/_{8}$ 1920	17, 22, 24, 24,	21,8
—4	»	25, 28, 29, 31, 31, 32, 32, 35, 35, 36,	31,4
—5	»	29, 30, 30, 34, 35, 36, 36, 37, 37, 38,	34,2

Bezeichnung der Pflanze	Gemessen	Länge je eines Kronenblattes der einzelnen Blüten	Mittel der Pflanze
—7	15/8 1920	34, 34, 36, 37, 39, 39, 40, 41, 43, 43,	38,6
—2	»	36, 38, 40, 41, 42, 43,	40,0
—3	»	34, 38, 40, 40, 41, 41, 42, 44, 48,	40,9
—1	»	37, 42, 45,	41,3
—6	»	38, 39, 39, 41, 42, 44, 46, 47, 47, 48,	43,1
Mittel	—	— —	36,41
F_2III—4—5, nicht-gelb, konstant.	1919	45,	45,0
F_3III—4—5, selbstbefr.			
—4	15/8 1920	16,	16,0
—5	»	20, 23, 25,	22,7
—8	»	22, 23, 27, 27,	24,8
—3	»	23, 25, 27,	25,0
—2	»	32,	32,0
—1	»	35, 40,	37,5
Mittel	—	— —	26,33
F_2III—4—3, nicht-gelb, spaltend.	1919	45,	45,0
F_3III—4—3, selbstbefr.			
—6	15/8 1920	26, 30, 32,	29,3
—5	»	27, 27, 29, 32, 32, 33, 34,	30,6
—1	»	30, 31, 31, 32,	31,0
—4	»	29, 33, 36, 37, 38, 38,	35,2
—8	»	37,	37,0
—7	»	38, 42, 42, 44, 45, 45, 45, 49,	43,8
—2	»	40, 44, 46, 48,	44,5
Mittel	—	— —	35,91
F_2III—4—19, nicht-gelb, spaltend.		46,	46,0
F_3III—4—19, selbstbefr.			
—1	30/7 1920	31, 31, 32, 33, 34, 36,	32,8
—5	»	38, 39, 39, 40, 40, 40, 41,	39,6
—2	»	41, 42, 46, 46, 46, 46, 47, 48, 48, 48,	45,8
—3	»	42, 43, 44, 45, 45, 48, 49, 50, 50, 52,	46,8
—7	»	45, 45, 48, 50, 50, 50, 51, 51, 52, 52,	49,4
—4	»	47, 47, 48, 50, 50, 50, 51, 51, 52, 53,	49,9
Mittel	—	— —	44,05

Bezeichnung der Pflanze	Gemessen	Länge je eines Kronenblattes der einzelnen Blüten	Mittel der Pflanze
F_2III—4—20, nicht-gelb, konstant.	1919	48,	48,0
F_3III—4—20, selbstbefr.			
—4	$^{30}/_{7}$ 1920	29, 30, 31, 33, 33, 35,	31,8
—5	»	41, 41,	41,0
—7	»	40, 40, 41, 41, 42, 42, 43,	41,3
—3	»	40, 40, 41, 42, 43, 44, 44, 46,	42,5
—1	»	40, 42, 43, 43, 43, 47,	43,0
—6	»	44, 45, 45, 46, 46, 46, 47, 47, 48, 48,	46,2
—2	»	46, 48, 48, 50,	48,0
Mittel	—	— —	41,97
F_2III—4—11, nicht-gelb, spaltend.	1919		
F_3III—4—11, selbstbefr.			
—1	$^{15}/_{8}$ 1920	34, 35, 35, 35, 38, 42,	36,5
—8	»	41, 42, 44, 44, 44,	43,0
—6	»	37, 41, 41, 43, 43, 44, 45, 47, 48,	43,2
—9	»	41, 41, 43, 43, 44, 45, 45, 46,	43,5
—10	»	46, 46, 46, 47, 49, 49, 51,	47,7
—4	»	45, 46, 46, 47, 47, 48, 51, 52,	47,8
Mittel	—	— —	43,62

Pflanze gemessen wurde. Immerhin geben sie annähernd die Spaltung wieder. Auffallend ist hier sofort, dass die gelben Individuen kürzere Kronenblätter als die übrigen desselben Farbentypus haben. Ich habe hier versucht die Typen auch bei den hellen Formen, die früher als »weiss bis rosa» oder »weisslich» bei den Zählungen über Blütenfarbe zusammengeführt wurden, zu klassifizieren um mehr Klassen zu bekommen, und auch bei jeder dieser Klassen waren die gelben immer im Mittel die kleinblütigsten. Auch wenn alle Pflanzen mit Gelb für sich und die ohne Gelb für sich zusammengestellt werden, ist der Unterschied im Mittel in derselben Richtung, nämlich $3{,}906 \pm 0{,}878$. Die Variabilität ist aber stark transgredierend, so dass sowohl grossblütige gelbe als auch kleinblütige nichtgelbe Pflanzen vorkommen. Die Kurve der Blütengrösse (Fig. 3) zeigt bei allen Pflanzen und bei den Pflanzen ohne Gelb etwa dieselbe Form mit einem Hauptgipfel und einigen kleineren Gipfeln, bei den gelben hat sie dagegen keinen grösseren Gipfel sondern läuft mit einigen Unterbrechungen der Basis fast parallel.

Wir können also mit Sicherheit behaupten, dass die Konstitution *aa* eine Verkleinerung der Blütengrösse bewirkt und wahrscheinlich nicht durch Koppelung mit einem Gen für kleine Blüten sondern durch ihre phaenotypische Wirkung, da die gelben Teile ein schwächeres Wachstum zu haben scheinen. Besonders die Teile, die stark gelb sind, fallen immer durch ihre abweichende Form ins Auge. Sie sehen oft aus, als ob sie im Wachstum gehemmt seien. Die gelben Seitenränder sind nach innen gebogen, und die nicht ganz offene Blüte bekommt dadurch oft Glocken- oder Tulpenform (Taf. I, Fig. 17, 18, vergl. Taf. I, Fig. 19). Diese Form behalten sie meistens auch später, und ausserdem sind die Kronenblätter oft runzelig, je stärker, je mehr ausgebildet die gelben Teile sind (Taf. I, Fig. 16).

Dass die Unterschiede in der Blütengrösse vererbbar sind und dass wahrscheinlich mehr Gene als das Paar *A*—*a* daran beteiligt sind, geht aus F_3 hervor. In der Tabelle 25 sind die F_3-Generationen nach der steigenden Blütengrösse der F_2-Pflanzen geordnet. Damit läuft aber das Resultat in F_3 nicht streng parallel, und man kann also den Schluss ziehen, dass ziemlich grosse Modifikationen

TABELLEN 26—27. BLÜTENGRÖSSE IN KREUZUNG V. 1917—9—6 × 1917—1—7.

TABELLE 26. *Kreuzung V.* F_2.

Farbentypus	Blütenlänge in mm																									Mittel
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	
rot, Seitenränder hell	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	5	3	1	4	6	7	4	5	10	2	1	4	—	1	47,418
» » , gelb	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	1	1	—	1	1	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	42,000
weisslich-schwachviolett	—	—	—	2	—	—	—	—	—	2	2	1	—	1	—	4	1	6	1	—	3	1	1	—	—	45,680
» » , gelb	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	38,500
Summe aller Pflanzen	1	—	1	2	—	2	—	—	—	2	5	7	4	4	5	11	8	10	7	10	5	2	5	—	1	46,087
» » ohne Gelb	—	—	—	2	—	—	—	—	—	2	4	6	3	2	4	10	8	10	6	10	5	2	5	—	1	46,875
» » mit Gelb	1	—	1	—	—	2	—	—	—	—	1	1	1	2	1	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	40,833

vorkommen. Wenn wir aber von der F_3-Generation nach III—4—5 absehen, wo die Resultate wegen der sehr kleinen Zahl vorhandener und untersuchter Blüten sehr unzuverlässig sind, finden wir die kleinsten Zahlen in F_3 nach den kleinblütigsten F_2-Pflanzen III—4—17 und III—4—15. Auch hatten die grossblütigsten F_2-Pflanzen III—4—20 und III—4—19 grossblütige F_3-Nachkommen. Sonst scheinen die Zahlen in F_3 von der Blütengrösse der F_2-Pflanzen ziemlich unabhängig zu sein, und dies zeigt, dass die kontinuierliche Variabilität hauptsächlich durch Modi-

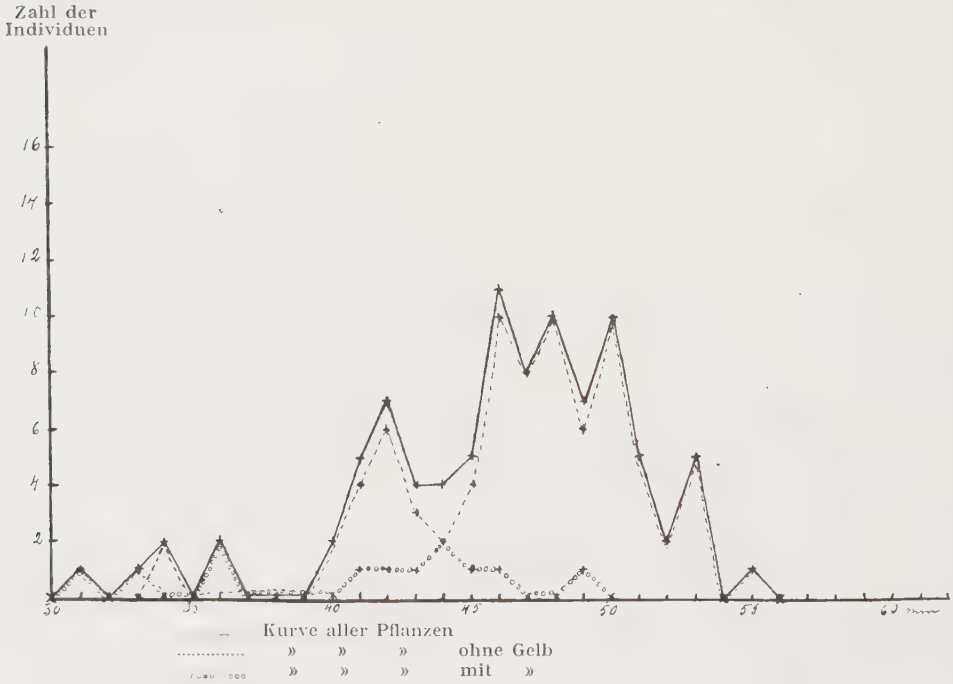


Fig. 4. Kurven der Blütengrösse in F_2 nach V—1.

fikation und nicht durch eine grosse Zahl von polymeren Genen zustande kommt. Klarer werden aber die Resultate, wenn man die Farbe der Pflanzen berücksichtigt. Die Mittel der konstant gelben Generationen nach III—4—17 (32,60), III—4—15 (33,65), III—4—6 (36,76), III—4—12 (38,38) und III—4—9 (35,45) sind meistens niedriger als die der spaltenden nach III—4—16 (42,33), III—4—10 (40,86), III—4—18 (45,93), III—4—3 (35,91), III—4—19 (44,05) und III—4—11 (43,62) und die der konstant nichtgelben nach III—4—1 (36,41) und III—4—20 (41,97), obgleich auch hier Ausnahmen vorkommen. Auch hier ist also die Wirkung der Genenkonstitution deutlich bemerkbar.

TABELLE 27. *Kreuzung V.* F_3.

Bezeichnung der Pflanze	Gemessen	Länge je eines Kronenblattes der einzelnen Blüten	Mittel der Pflanze
F_2V—1—7, gelb	1919	34,	34,0
F_3V—1—7, selbstbefr.			
—3	20/8 1920	27, 28, 30, 32, 35, 37, 40, 40, 43,	34,7
—4	»	37, 38,	37,5
—7	»	38,	38,0
—1	»	38, 39, 40, 42, 42, 44,	40,8
—6	»	42,	42,0
Mittel			38,60
F_2V—1—1, gelb	1919	36,	36,0
F_3V—1—1, selbstbefr.			
2	20/8 1920	35, 37, 41, 43,	39,0
—18	»	38, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 45,	42,1
—22	»	38, 39, 41, 41, 44, 45, 46, 47, 48, 48,	43,7
—17	»	39, 40, 46, 56,	45,3
—4	»	42, 43, 44, 46, 46, 46, 46, 48, 48, 48,	45,7
—15	»	39, 50, 50,	46,3
—14	»	40, 47, 47, 53,	46,8
—20	»	37, 46, 49, 50, 54,	47,2
—21	»	44, 46, 47, 47, 51, 51, 52, 53, 53, 55,	49,9
—24	»	46, 47, 48, 49, 49, 50, 50, 52, 53, 55,	49,9
Mittel	—	— —	45,59
F_2V—1—13, gelb.	1919	44,	44,0
F_3V—1—13, selbstbefr.			
—8	20/8 1920	26, 28, 30, 31, 33, 34,	30,3
—5	»	31, 39, 42, 42, 44, 47, 51,	42,3
—9	»	40, 42, 42, 43, 43, 43, 45, 46, 48,	43,6
11	»	36, 42, 43, 45, 46, 48, 48,	44,0
—2	»	43, 44, 44, 44, 46, 46, 48, 51,	45,8
—13	»	36, 40, 45, 45, 48, 50, 51, 53, 54, 55,	47,7
12	»	42, 45, 46, 48, 48, 51, 51, 52,	47,9
1	»	40, 45, 47, 50, 51, 51, 54, 54,	49,0
—10	»	46, 46, 47, 47, 48, 48, 51, 52, 53, 53,	49,1
—3	»	48, 49, 50, 53,	50,0
Mittel		—	44,97
Mittel der drei F_3-Generationen nach gelben F_2-Pflanzen	—		43,05

Bezeichnung der Pflanze	Gemessen	Länge je eines Kronenblattes der einzelnen Blüten	Mittel der Pflanze
F_2V—1—10, nicht-gelb, spaltend.	1919	41,	41,0
F_3V—1—10, selbstbefr.			
—2	20/8 1920	35, 35, 37, 42, 43, 49, 53,	42,0
—5	»	34, 39, 44, 45, 52,	42,8
—16	»	41, 43, 45, 47, 47, 48, 50,	45,9
—9	»	32, 50, 52, 53,	46,8
—1	»	38, 41, 45, 52, 52, 54,	47,0
—6	»	42, 47, 48, 54, 55,	49,2
—21	»	43, 45, 51, 52, 54, 56,	50,2
—11	»	47, 50, 50, 50, 54, 55,	51,0
—3	»	41, 47, 52, 52, 55, 62,	51,5
—10	»	50, 51, 51, 55,	51,8
Mittel	--	— —	47,82
F_2V—1—11, nicht-gelb, spaltend.	1919	42,	42,0
F_3V—1—11, selbstbefr.			
—12	20/8 1920	40, 40, 42, 44, 45, 47, 54,	44,6
—1	»	40, 42, 42, 44, 45, 47, 48, 48, 49, 50,	45,5
—4	»	40, 43, 48, 48, 49, 49,	46,2
—3	»	40, 43, 46, 49, 50, 51, 52,	47,3
—7	»	36, 44, 45, 46, 50, 52, 53, 54,	47,5
—8	»	43, 44, 47, 48, 49, 51, 52,	47,7
—2	»	45, 46, 48, 49, 50, 50, 52, 52, 56,	49,8
—14	»	47, 48, 50, 50, 51, 53, 56,	50,7
—10	»	43, 49, 51, 54, 55, 55, 56,	51,9
—15	»	47, 48, 49, 50, 55, 55, 61,	52,1
Mittel	—	— —	48,33
F_2V—1—4, nicht-gelb, konstant		44,	44,0
F_3V—1—4, selbstbefr....			
—9	20/8 1920	30, 30, 42,	34,0
—8	»	38,	38,0
—11	»	29, 35, 45, 45,	38,5
—18	»	42,	42,0
—19	»	37, 43, 50,	43,3
—7	»	36, 40, 48, 49, 49,	44,4
—14	»	41, 43, 45, 46, 47,	44,4
—12	»	42, 48,	45,0
—1	»	42, 47, 50,	46,3
—17	»	41, 47, 49, 52,	47,3
—21	»	38, 45, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 57, 58,	49,7
Mittel	—	— —	42,99

Bezeichnung der Pflanze	Gemessen	Länge je eines Kronenblattes der einzelnen Blüten	Mittel der Pflanze
F_2V—1—6, nicht-gelb, konstant	1919	45,	45,0
F_3V—1—6, selbstbefr.			
—5	20/8 1920	32, 35, 37, 37, 39, 40, 47,	38,1
—7	»	37, 37, 45,	39,7
—3	»	36, 38, 41, 41, 42, 42, 45, 46, 16,	41,9
—1	»	37, 39, 43, 44, 45, 47,	42,5
—21	»	41, 46,	43,5
—10	»	41, 44, 44, 44, 44, 46, 46,	44,1
—6	»	40, 40, 46, 49, 51,	45,2
—2	»	36, 45, 47, 48, 50, 50,	46,0
—14	»	45, 48,	46,5
—11	»	44, 51, 52,	49,0
Mittel	—	— —	43,65
F_2V—1—12, nicht-gelb, spaltend	1919	47,	47,0
F_3V—1—12, selbstbefr.			
—2	20/8 1920	36, 36, 38, 40, 41, 47,	39,7
—10	»	37, 41, 42, 42, 44, 44,	41,7
-5	»	39, 47, 47,	44,3
—18	»	37, 40, 42, 45, 45, 48, 48, 50,	44,4
—19	»	41, 42, 44, 45, 45, 46, 46, 48, 48, 50,	45,5
—4	»	40, 44, 44, 44, 45, 51, 52, 53,	46,6
—17	»	38, 42, 45, 47, 48, 49, 50, 50, 52,	46,8
—11	»	44, 44, 48, 49, 49, 50, 53, 55,	49,0
—1	»	46, 47, 47, 51, 52, 52, 55,	50,0
—7	»	46, 46, 48, 50, 51, 53, 53, 55,	50,3
Mittel	—	— —	45,83
F_2V—1—5, nicht-gelb, spaltend	1919	53,	53,0
F_3V—1—5, selbstbefr.			
—17	20/8 1920	40, 41, 41, 45, 45, 50,	43,7
—19	»	43, 46, 49,	46,0
—20	»	39, 39, 42, 44, 46, 46, 48, 50, 57, 58,	46,9
—10	»	41, 45, 45, 47, 47, 49, 50, 52,	47,0
—5	»	33, 44, 46, 47, 49, 52, 53, 55, 55,	48,2
—6	»	41, 45, 46, 47, 48, 50, 51, 51, 52, 53,	48,4
—14	»	44, 45, 48, 48, 49, 51, 51, 51, 56, 58,	50,1
—3	»	44, 47, 49, 50, 50, 50, 52, 52, 54, 57,	50,5
—16	»	44, 46, 56, 58,	51,0
—18	»	46, 49, 49, 51, 51, 53, 54, 54, 56, 56,	51,9
Mittel	—	— —	48,37
Mittel der sechs F_3-Generationen nach nicht-gelben F_2-Pflanzen ...	—	— —	46,16

Möglicherweise ist noch ein anderer genotypischer Grössenunterschied vorhanden, da die in bezug auf die gelbe Farbe ähnlichen F_3-Generationen ganz verschiedene Mittel haben können. So z. B. die gelben nach III—4—17 (32,60) und III—4—12 (38,38), oder die nichtgelben spaltenden nach III—4—3 (35,91) und III—4—18 (45,93). Bei den letzteren würde die Verschiedenheit vielleicht teilweise durch die Spaltung erklärt werden können, da bei den gemessenen F_3-Pflanzen die Farbe nicht notiert wurde. Aber auch bei den konstant gelben und den konstant nichtgelben (nach III—4—1 36,41, nach III—4—20 41,97) sind die Unterschiede ziemlich gross und können hier nicht durch eine Farbenspaltung erklärt werden. Die Zahl der Pflanzen ist zwar in allen Fällen klein und die Modifikationen sind gross, da aber schon bei den nichtgelben Nachkommen der *P*-Pflanzen eine Verschiedenheit in der Blütengrösse vorhanden war, halte ich es dennoch für sehr wahrscheinlich, dass hier wenigstens noch ein anderes Genenpaar als *A*—*a* an der Spaltung beteiligt war.

Die Abhängigkeit der Blütengrösse von der gelben Farbe tritt auch in einer andern Kreuzung (V = 1917—9—6 × 1917—1—7) deutlich hervor. Hier habe ich aber nur bei F_2- und F_3-Pflanzen Messungen ausgeführt, da ich von der einen *P*-Pflanze, 1917—9—6, keine Nachkommen hatte. In F_2 wurde von jeder Pflanze ein Kronenblatt, in F_3 dagegen ein Kronenblatt von jeder vorhandenen Blüte mehrerer Individuen gemessen. Die Messungen sind in den Tabellen 26—27 mitgeteilt.

Auch hier begegnet uns in F_2 dieselbe Erscheinung, dass die gelben Pflanzen im Mittel immer kürzere Blütenblätter als die nichtgelben haben, sowohl wenn die einzelnen Farbentypen für sich als auch wenn sie alle zusammen genommen werden. Der Unterschied zwischen dem Mittel aller gelben und demjenigen aller nichtgelben ist 6,042 ± 1,606 also etwas grösser als bei der vorigen Kreuzung. In F_3 sind die Unterschiede nicht gross. Nur in einem Falle, nach V—1—7, liegt das Mittel unter 40, hier sind aber nur wenige Blüten gemessen und das Mittel ist deshalb unsicher und vielleicht zu klein, da wenn wenig Blüten an einer Pflanze vorkamen, diese im allgemeinen schlecht entwickelt war. Ein wirklicher Unterschied besteht aber auch hier zwischen den Nachkommen der gelben und denjenigen der nichtgelben F_2-Pflanzen. Das Mittel der gelben F_3-Generationen war 43,05 und also beinahe so niedrig wie das niedrigste Mittel der einzelnen nichtgelben F_3-Generationen, 42,99. Das Mittel aller dieser war 46,16 und also 3,13 höher als das Mittel der gelben. Wenn auch die unsichere Zahl bei

V—1—7 es möglich macht, dass das Mittel der gelben etwas höher liegen würde, so ist jedoch auffallend, dass von den sechs nichtgelben oder spaltenden F_3-Generationen nur zwei (merkwürdigerweise beide konstant nichtgelben, was durch die sehr kleine Zahl der gelben Individuen in den spaltenden F_3-Generationen wahrscheinlich erklärt werden kann) ein niedrigeres Mittel als die beiden höchsten der gelben F_3-Generationen haben. Es ist also sicher, dass auch bei dieser Kreuzung die gelbe Farbe ähnliche Einwirkung auf die Blütengrösse wie bei der Kreuzung III hat. Ob ausserdem noch ein Genenunterschied in bezug auf die Blütengrösse hier vorhanden war, ist noch unsicher, auch hier gehörte aber eine der *P*-Pflanzen (1917—1—7) einer als grossblütig bezeichneten Sorte. Rein phaenotypisch war aber der Grössenunterschied in der Kreuzung V viel weniger auffallend als in der Kreuzung III.

Aus diesen Resultaten geht also mit Sicherheit hervor, dass die gelben Blüten kleiner sind als die nichtgelben. Dies ist von Interesse, weil in *Antirrhinum* umgekehrt der Gelbfaktor die Blüten vergrössert, da hier die rezessiven weissen kleinblütiger sind (Baur 1919). Die Modifikationen sind bei *G. Whitneyi* sehr gross und hauptsächlich dadurch, nicht durch Polymerie, kommt die grosse kontinuierliche Variabilität zustande. Wahrscheinlich kommt jedoch noch ein anderes Genenpaar als *A—a* für den Unterschied in der Blütengrösse, besonders in der Kreuzung III, in Betracht.

GEFÜLLTE BLÜTEN.

Während bei meinem *amoena*-Material die Pflanzen mit gefüllten Blüten sehr häufig waren, habe ich nur in einem Falle bei *Whitneyi* wirklich gefüllte Blüten gefunden und zwar zuerst in einer F_2-Generation im Jahre 1919. Um festzustellen, wie oft Blüten mit mehr als 4 Kronenblätter bei *Whitneyi* vorkommen, habe ich 1920 eine Zählung bei einer grossen Zahl von Blüten ausgeführt. In 46 *Whitneyi*-Parzellen wurden vom Gärtner, um unbewusste Selektion meinerseit zu vermeiden, etwa zehn Blüten jeder Parzelle genommen, und von diesen Blüten habe ich die Zahl der Kronenblätter festgestellt. Das Resultat war, dass von den 425 untersuchten Blüten nur eine 5 und eine 3 Kronenblätter, alle die übrigen dagegen 4 besassen. Das Vorkommen überzähliger Blüten in normalen Parzellen (als Modifikation) muss deshalb als sehr selten bezeichnet werden.

Im Jahre 1919 hatte ich in F_2 der Kreuzung X (1917—20—5 ×

1917—1—5) eine Pflanze mit einer überzähligen Blüte beobachtet. Die Zahl der Kronenblätter wurde nicht notiert, da ich die Erscheinung nur für eine Modifikation hielt. Im folgenden Jahre fand ich in der Nachkommenschaft dieser Pflanze nur Individuen mit einer grösseren oder kleineren Zahl überzähliger Blüten, und ich habe deswegen eine eingehende Untersuchung der verwandten Formen ausgeführt.

Die beiden *P*-Pflanzen und die F_1-Pflanze selbst habe ich natürlich jetzt nicht mehr untersuchen können. Dagegen hatte ich sowohl Nachkommen der *P*-Pflanze 1917—20—5 als auch neue F_1-Pflanzen, während ich von der anderen *P*-Pflanze dieses Jahr keine Nachkommen besass. Die vier Nachkommen von 1917—20—5 sowie alle F_1-Pflanzen besassen nur ganz einfache Blüten, während natürlich die Möglichkeit vorhanden ist, dass die Nachkommen von 1917—1—5 gefüllte gehabt haben könnten.

In F_2 kam wie schon erwähnt eine Pflanze vor, die wenigstens eine überzählige Blüte besass. Bei den übrigen wurde 1919 keine solche bemerkt, sie wurden aber in dieser Hinsicht nicht genau untersucht. Das Resultat in F_3 zeigt die Tabelle 28. Die F_2-Pflanze mit der überzähligen Blüte, X—2—6, hatte 5 Nachkommen, die alle mehr oder weniger stark gefüllte Blüten trugen, und die F_2-Pflanze muss also genotypisch gefüllt gewesen sein. Es kamen zwar auch einfache Blüten vor, diese waren aber nicht zahlreicher als die überzähligen. Bei einer Pflanze war sogar keine 4-zählige und auch keine 5-zählige vorhanden. Eine andere Pflanze war in der Weise eigentümlich, dass sie zwei Hauptzweige trug und, während die Blüten des erstblühenden Zweigs alle ziemlich stark gefüllt waren, waren die Blüten des später blühenden Zweigs anfangs ganz einfach, später traten aber auch 5-zählige auf. Dies zeigt, dass der Charakter »gefüllt» in ihrer Ausbildung bedeutend modifiziert werden kann, wie es schon für andere Spezies bekannt ist (DE VRIES 1901).

Die F_3-Generationen nach anderen F_2-Pflanzen gaben verschiedene Resultate. In zwei (nach X—2—7 und X—2—4) kamen gar keine bezw. nur eine einzige Pflanze mit irgend einer überzähligen Blüte vor, dagegen kamen hier *mehrere Blüten mit nur 3 Kronenblättern* und zwar bei verschiedenen Pflanzen vor. Das Mittel der F_3-Pflanzen wurde deshalb kleiner als 4. Da eine solche 3-zählige Blüte bei der erwähnten Zählung nur einmal unter 425 Blüten vorkam, wird wahrscheinlich hier eine genotypische Neigung zur 3-Zähligkeit vorhanden sein. Leider bekam ich von keiner dieser Pflanzen Samen,

TABELLE 28. *Kreuzung X. F_2 und F_3.*

Bezeichnung der Pflanze	Farbe der Pflanze	Gezählt	Zahl der Kronenblätter der einzelnen Blüten	Mittel der Pflanze
F_2X—2—4	weiss	nicht gez.		
F_3X—2—4, selbstbefr.				
—a	»	17/9 1920	3, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	3,6
—b	»	»	3, 4, 4, 4, 4,	3,8
—c	»	»	3, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	3,9
—d	»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
—e	»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
—f	»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
—g	»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
—h	»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
—i	»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 6,	4,2
Mittel	—	—	— —	3,94
F_2X—2—7	rotviolett	nicht gez.		
F_3X—2—7, selbstbefr.				
—a	»	17/9 1920	3, 4, 4, 4, 4,	3,8
—b	»	»	3, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	3,9
—c	»	»	3, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	3,9
—d	»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
—e	»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
—f	»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
—g	»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
—h	»	»	4, 4, 4, 4, 4,	4,0
—i	»	»	4, 4, 4, 4, 4,	4,0
Mittel	—	—	— —	3,96
F_2X—2—5	rot, Seitenränder hell	nicht gez.		
F_3X—2—5, selbstbefr.				
—a	»	17/9 1920	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
—b	»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
—c	»	»	4. 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
—d	»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
—e	»	»	4, 4, 4, 4, 4,	4,0
—f	»	»	4, 4, 4, 4, 4,	4,0
—g	»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5,	4,1
—h	»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5,	4,1
Mittel	—	—	— —	4,03

Bezeichnung der Pflanze	Farbe der Pflanze	Gezählt	Zahl der Kronenblätter der einzelnen Blüten	Mittel der Pflanze
F_2X—2—8	rotviolett	nicht gez.		
F_3X—2—8, selbstbefr.				
—a	»	17/9 1920	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
—b	rosaviolett	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
—c	rotviolett	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5,	4,1
—d	»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5,	4,3
—e	weiss	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 6,	4,3
—f	rosaviolett	»	4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 6, 6, 8,	5,0
Mittel	—	—	— —	4,28
F_2X—2—6	rot		eine Blüte mit mehr als 4 Kr.	
F_3X—2—6, selbstbefr.				
—3	»	18/9 1920	4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 5, 7,	4,7
-5	»	»	4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 6, 6, 9,	5,2
—1	»	»	4, 5, 5, 6, 6, 6, 7, 7, 8, 8,	6,2
—4	»	»	6, 7, 7, 8, 9, 9, 10, 10, 11, 12,	8,9
—2	»	»	5, 6, 6, 7, 10, 10, 11, 11, 11, 12,	8,9
			4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, (später blühender Zweig)	(4,2)
Mittel	—	—	— —	6,78

TABELLE 29. *Kreuzung X. Kreuzungen von F_2-Pflanzen.*

Bezeichnung der Pflanze	Farbe der Pflanze	Gezählt	Zahl der Kronenblätter der einzelnen Blüten	Mittel der Pflanze
X—2—3 × X—2—6 ...	weiss × rot			
—a	rot, Seitenränder violett	17/9 1920	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
—b	»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
—c	»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
Mittel	—	—	— —	4,0

Bezeichnung der Pflanze	Farbe der Pflanze	Gezählt	Zahl der Kronenblätter der einzelnen Blüten	Mittel der Pflanze
X—2—2 × X—2—6 ...	weiss × rot			
—a	rot, Seiten-			
	ränder hell	17/9 1920	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
—b	»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
c	»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
—d	»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
—e	»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
—f	»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
—g	»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
—h	»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5,	4,2
—i	»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5,	4,2
Mittel	—	—	— —	4,04
X—2—4 × X—2—6 ...	weiss × rot			
—a	rot, Seiten-			
	ränder hell	17/9 1920	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
—b	»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
c	»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
—d	»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
—e	rot	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5,	4,1
—f	»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5,	4,2
Mittel	—	—	— —	4,05

ich hoffe aber durch weitere Versuche die Frage, ob die 3-zählige Blüte hier genotypisch ist oder nicht, beantworten zu können.

Von den übrigen zwei F_3-Generationen bestand die eine aus 8 Pflanzen, von denen 6 nur 4-zählige, 2 aber je eine 5-zählige Blüte besassen. Die andere bestand aus 6 Pflanzen, aber von diesen hatten nur 2 alle Blüten 4-zählig, bei den übrigen 4 war eine oder mehrere Blüten 5—8-zählig. Wenigstens eine dieser Pflanzen, X—2—8—f, muss als genotypisch gefüllt betrachtet werden, und hier ist also höchst wahrscheinlich eine genotypische Spaltung eingetreten. Die F_2-Pflanze X—2—8 muss also heterozygotisch gewesen sein.

Einige Kreuzungen zwischen der gefüllten F_2-Pflanze X—2—6 und anderen F_2-Pflanzen waren ausgeführt, und die Zahl der Kronenblätter bei den Pflanzen in drei solchen Kreuzungen wurde festgestellt (Tabelle 29). Von den 18 untersuchten Pflanzen besassen 14 nur 4-zählige Blüten, die übrigen 4 dagegen je eine oder zwei 5-zählige.

Das Auftreten der gefüllten Pflanze in F_2 wird man höchst

wahrscheinlich nicht als eine Mutationserscheinung sondern als eine Ausspaltung des rezessiven Typus nach einer Kreuzung betrachten müssen, da alle Resultate in F_1, F_2, F_3 und den F_2-Kreuzungen zeigen, dass der gefüllte Typus rezessiv ist. Die *P*-Pflanze 1917—1—5 wird genotypisch gefüllt (oder möglicherweise heterozygotisch einfach) gewesen sein, was, wie später gezeigt werden wird, durch die Artkreuzungen bestätigt wird. Wenn ein Gen für einfache Blüten *M* und sein Allelomorph *m* genannt wird, würde diese *P*-Pflanze *mm* (oder vielleicht *Mm*) gewesen sein. 1917—20—5 war, wie aus allen Kreuzungen hervorgeht, *MM* und die F_1-Pflanze X—2 *Mm*. In F_2 wurde dann die Pflanze X—2—6 als gefüllte *mm*-Form ausgespaltet, und ihre Nachkommen wurden demnach alle *mm*, gefüllt. Dass nur eine F_2-Pflanze als gefüllt notiert wurde, wird wohl auf mangelnde Beobachtung beruhen, da nur die zu selbstbestäubenden Pflanzen, die 9 waren, etwas genauer untersucht wurden. Von den übrigen F_2-Pflanzen war X—2—8 sicher heterozygotisch, *Mm*, die anderen drei *MM* oder *Mm*. In letzterem Falle würden ja auch deutlich gefüllte Pflanzen in ihren Nachkommenschaften ausgespalten worden sein, dass dies nicht der Fall war, kann durch die kleine Zahl erklärt werden. Bei dem sonst so seltenen Auftreten von 5-zähligen Blüten scheint es mir wahrscheinlich, dass die vielen Pflanzen mit solchen hier Heterozygoten sind. Sonst würden ja die homozygotischen F_2-Pflanzen zahlreicher als die heterozygotischen sein, was mit der Theorie nicht übereinstimmen würde. Vielleicht ist durch die Neigung zur 3-Zähligkeit in gewissen F_3-Generationen auch eine Komplikation vorhanden.

Vielleicht würde es richtiger scheinen, hier eine dihybride Spaltung anzunehmen. Die gefundenen Zahlen würden in F_2 und F_3 besser damit übereinstimmen. Da aber bei 1917—20—5, wie aus den Artkreuzungen hervorgeht, nur ein Gen für einfache Blüten vorhanden war, müsste dann auch ein solches Gen bei 1917—1—5 vorhanden gewesen sein. Dies stimmt aber nicht mit den Resultaten der Kreuzung dieser Pflanze mit einer gefüllten *amoena*-Form und wird deswegen wenig wahrscheinlich. Ich halte darum die oben gegebene Erklärung für die richtige.

Die Resultate sind also sämtlich in guter Übereinstimmung mit der Annahme von vollständiger oder fast vollständiger Dominanz des einfachen Typus und einer wahrscheinlich einfachen genotypischen F_2-Spaltung.

G. Whitneyi ähnelt also in dieser Beziehung einigen anderen

Pflanzen wie *Nicotiana* (Lodewijks 1911), *Chelidonium majus* (Dahlgren 1918, Sax 1918), *Primula sinensis* (Gregory 1911, hier kommt auch ein zweiter genetisch nicht untersuchter gefüllter Typus vor) und *Dianthus barbatus* (Saunders 1917), bei welchen Pflanzen die einfache Form über die gefüllte dominiert. Umgekehrt dominiert der gefüllte Typus mehr oder weniger bei *Dianthus caryophylleus, Meconopsis cambrica* und *Althaea* (Saunders 1917). In allen diesen Fällen kommt in F_2 einfache Spaltung ohne irgendwelche Komplikationen vor. Auch in einer Artkreuzung von *Fuchsia* dominiert nach Frimmel (1920) die gefüllte Form, eine F_2-Generation ist aber hier nicht erzogen worden.

Kompliziertere Verhältnisse liegen bei *Begonia, Petunia* und *Matthiola* vor. In *Begonia* (Bateson and Sutton 1919) dominiert die einfache Form, und in F_2 werden wieder gefüllte Individuen ausgespaltet, aber in einer kleinen und stark variierenden Zahl. Als die Art *B. Davisii* in die Kreuzungen eingeführt wurde, wurden die Verhältnisse noch komplizierter, indem gefüllt $\times$ *Davisii* (einfach) nur gefüllte und die reziproke Kreuzung einfache Pflanzen und solche mit Spuren von Petalodie gab. Die Pollenkörner von *Davisii* würden demnach alle die Anlage für Gefülltsein, die Eizellen wenigstens teilweise die Anlage für einfache Blüten haben, die Resultate sind aber noch nicht ganz klar. Bei *Matthiola* kommen gefüllte, völlig sterile Pflanzen und sowohl konstant einfache als auch immer gefüllte (etwa im Verhältnis 9 von 16) abspaltende einfache Rassen vor. Nach mehrjährigen Versuchen mit diesen Formen (Bateson, Punnett and Saunders 1905, 1906, 1908, Saunders 1910, 1911), ist Miss Saunders zu den folgenden Hauptschlüssen gekommen. Der einfache Typus dominiert, wird aber nur durch das Zusammenwirken zweier Gene *X* und *Y* bewirkt, welche bei den konstant einfachen Sorten eine absolute, bei den Eizellen der immer gefüllte abspaltenden dagegen eine partielle Koppelung (7 : 1 oder 15 : 1) zeigen. Die Pollenkörner der immer spaltenden einfachen sind alle *xy*. Goldschmidt (1913) und Frost (1915) haben versucht die Resultate in anderer Weise zu erklären, jener als ein Fall geschlechtsbegrenzter Vererbung, dieser hauptsächlich durch die auch von Goldschmidt gemachte Annahme, dass bei den spaltenden einfachen Rassen auch die Anlage für einfache Blüten tragende Pollenkörner vorkommen aber befruchtungsunfähig sind. Miss Saunders (1913, 1916 a) hat jedoch gezeigt, dass diese Hypothesen schlechter oder wenigstens nicht besser als ihre eigene den Tatsachen entsprechen, und ich gehe des-

wegen hier nicht genäuer auf sie ein. *Petunia* würde nach der Auffassung von Miss Saunders (1910, 1916 b) in einigen Beziehungen *Matthiola* ähneln, nämlich darin, dass einfach über gefüllt dominiere und dass die Pollenkörner und die Eizellen bei den einfachen Pflanzen verschieden veranlagt seien, indem die Pollenkörner alle gleich, die Eizellen dagegen verschieden seien, und sie ist geneigt auch hier mehr als einen Faktor anzunehmen, da bei Bestäubung mit Pollen von gefüllten Pflanzen die gefüllten in zu grosser Zahl auftreten. Dagegen sind in *Petunia* die gefüllten nicht völlig steril sondern besitzen tauglichen Pollen, und die Pollenkörner würden hier alle den dominanten Faktor (einfach), nicht wie in *Matthiola* den rezessiven, tragen. Frost (1915) hat aber gezeigt, dass die Tatsachen besser durch die Annahme, dass Gefülltsein dominiere und dass eine schwache selektive Elimination von »einfachen» Eizellen vorkomme, wodurch die Komplikationen wegfallen, erklärt werden können, und Miss Saunders (1916 a) stellt sich seiner Theorie gegenüber nicht ganz abweisend.

Wir sehen also, dass der Charakter »gefüllte Blüten» bei verschiedenen Pflanzen eine ganz verschiedene genetische Grundlage haben kann, indem er zuweilen dominant, zuweilen rezessiv ist und zuweilen ganz einfache Verhältnisse, zuweilen aber sehr komplizierte zeigt.

Da mein Material an gefüllte *Whitneyi*-Pflanzen noch sehr klein ist, habe ich noch nicht feststellen können, ob der gefüllte Typus in irgend einem genetischen Zusammenhang mit anderen Charakteren, wie dies von Lodewijks (1911) für *Nicotiana*, Miss Saunders für *Matthiola* (1911) gezeigt worden ist, und auch bei *G. amoena*, wie später näher erwähnt werden wird, der Fall ist.

BLATTFARBE.

In bezug auf die Blattfarbe kommen verschiedene Typen von *Whitneyi* vor, die aber schwer zu beschreiben und zu klassifizieren sind, da sie meistens in einander übergehen. Oft kann man einen Unterschied sicher feststellen, nur wenn man viele Nachkommen der betreffenden Pflanzen erzieht und diese Nachkommenschaften vergleicht. In dieser Weise ist es aber möglich zu beweisen, dass genotypische Unterschiede in der Blattfarbe bestehen.

Bei meinen Kreuzungen habe ich in wenigstens zwei Fällen Resultate erhalten, welche zeigen, dass genotypische Spaltung in bezug auf die Blattfarbe vorkommt, obgleich diese Spaltung wegen der Modifikationen und der Schwierigkeit die Pflanzen zu klassifizieren noch nicht genotypisch analysiert werden konnte.

Kreuzung X, 1917—20—5 × 1917—1—5.

Da ich in F_2 dieser Kreuzung im Jahre 1919 eine Spaltung in der Blütenfarbe bekam, habe ich im Jahre 1920 gleichzeitig Nachkommen der *P*-Pflanze 1917—20—5, F_1-Pflanzen und F_3-Pflanzen erzogen um sie mit einander vergleichen zu können. Von der anderen *P*-Pflanze 1917—1—5 habe ich auch Samen ausgelegt, bekam aber gar keine Pflanzen.

Die Nachkommen von 1917—20—5 hatten graugrüne, ziemlich helle Blätter. Die F_1-Pflanzen waren dagegen ziemlich dunkel, und ich vermute deshalb, dass die *P*-Pflanze 1917—1—5 entweder genotypisch dunkler als 1917—20—5 war oder ein anderes Gen für Blattfarbe besass. In F_2 trat 1919 eine Spaltung in verschiedene nicht klassifizierbare dunkelgrüne und grüne Nuancen ein, es kam aber auch eine Pflanze vor, die sehr hell grün, viel heller als 1917—20—5, war. Diese Pflanze X—2—5 stellte also einen ganz neuen Typus dar. Sie und mehrere andere F_2-Pflanzen, über deren Blattfarbe keine Notizen gemacht wurden, wurden für die Untersuchung über die Blütenfarben selbstbestäubt. In den 1920 erzogenen F_3-Generationen zeigte sich aber eine ganz verschiedene Blattfarbe, woraus hervorgeht, dass die F_2-Pflanzen in dieser Beziehung genotypisch verschieden waren.

Die Nachkommen der hellgrünen Pflanze X—2—5 waren alle hellgrün,
» » von X—2—7 waren grün,
» » » X—2—6 waren dunkelgrün,
» » » X—2—4 waren dunkelgrün, grün oder hellgrün.
Die Kreuzung X—2—2 × X—2—6 gab dunkelgrüne Pflanzen,
» » X—2—4 × X—2—6 gab dunkelgrüne und grüne Pflanzen.

»Hellgrün» bedeutet hier etwa dieselbe Nuance wie die von X—2—5, »grün» etwa wie die von 1917—20—5, »dunkelgrün» ungefähr wie die der F_1-Pflanzen, obgleich in bezug auf die beiden letzten kontinuierliche Abstufungen auch vorkamen. Die Resultate zeigen, dass X—2—5 genotypisch hellgrün, X—2—6 genotypisch dunkelgrün, X—2—7 genotypisch grün und X—2—4 heterozygotisch, in F_3 wieder spaltend war. Eine genaue genotypische Analyse ist hier nicht möglich, da die Pflanzen nicht scharf klassifiziert werden konnten. Es ist deswegen sehr wohl möglich, dass auch X—2—6 und X—2—7 heterozygotisch waren, obgleich in ihren F_3-Generationen eine so deutliche Spaltung wie nach X—2—4 nicht festgestellt werden konnte. Da

hier ein ganz neuer Typus, der hellgrüne, auftrat, und in F_2 unter 46 Individuen nur eine Pflanze dieses Typus vorhanden war, wird man wenigstens mit zwei Genen rechnen müssen, die an dieser Spaltung teilgenommen haben, und von denen je eins bei jeder *P*-Pflanze vorhanden war. Bei der hellgrünen F_2-Pflanze würden dann diese Gene durch ihre Allelomorphe ersetzt sein. Da die intermediären Individuen die zahlreichsten sind, ist wahrscheinlich vollständige Dominanz nicht vorhanden, sondern die Heterozygoten werden wohl eine Zwischenstellung, obgleich dem dunkeln Typus näher, einnehmen.

Auch die beiden Kreuzungen von F_2-Pflanzen stimmen gut mit den übrigen Resultaten überein. Von X—2—2 hatte ich keine Nachkommen, von X—2—6 waren sie ähnlich wie die F_1-Pflanzen dieser Kreuzung dunkelgrün. In der anderen Kreuzung X—2—4 × X—2—6 trat Spaltung in F_1 in dunkelgrüne und heller grüne ein, was ja auch bei unvollständiger Dominanz des dunkelgrünen Typus zu erwarten war, da X—2—4 heterozygotisch war.

Kreuzung XIV, 1917—20—5 × 1917—17—6.

Auch von dieser Kreuzung wurde 1920 gleichzeitig Nachkommen der einen *P*-Pflanze 1917—20—5, F_1-Pflanzen und F_3-Pflanzen und ausserdem eine neue F_2-Generation erzogen. Von der systematisch zweifelhaften *P*-Pflanze 1917—17—6 habe ich überhaupt keine Samen bekommen, sie war aber wenigstens ziemlich dunkelgrün wie auch die übrigen Pflanzen derselben Samensorte, die ich zum Vergleich 1920 erzogen hatte. Die Nachkommen von 1917—20—5 waren, wie schon erwähnt, ziemlich hell, graugrün. Die F_1-Pflanzen waren ziemlich dunkelgrün, und in beiden F_2-Generationen, sowohl der von 1919 als der neuen von 1920, trat Spaltung in dunkelgrüne, heller grüne (etwa wie die Nachkommen von 1917—20—5) und Zwischenformen ein. Eine Klassifizierung war aber in keinem Falle möglich. Um festzustellen, ob die verschiedenen Typen nicht nur Modifikationen sondern wirklich genotypisch verschieden waren, habe ich 1919 die Farbe einiger F_2-Pflanzen und 1920 die Farbe der entsprechenden F_3-Generationen notiert und das folgende Resultat erhalten.

Die dunkelgrüne F_2-Pflanze XIV—30—5 hatte dunkelgrüne Nachkommen.

Die dunkelgrüne F_2-Pflanze XIV—30—10 hatte dunkelgrüne Nachkommen.

Die intermediäre F_2-Pflanze XIV—30—11 hatte dunkelgrüne und hellere Nachkommen.

Die relativ helle F_2-Pflanze XIV—30—9 hatte helle und etwas dunklere Nachkommen.

Die übrigen 7 selbstbestäubten F_2-Pflanzen, die alle ungefähr intermediär waren, hatten Nachkommen, die alle auch ungefähr intermediär waren oder Spaltungen zeigten.

Es geht also aus diesen Resultaten hervor, dass die Farbe der F_3-Pflanzen in der Hauptsache mit derjenigen der entsprechenden F_2-Pflanze übereinstimmt, wenn nicht Spaltungen vorkommen, die aber meistens nach intermediären F_2-Pflanzen einzutreten scheinen, was auch auf unvollständige Dominanz hindeutet. Eine genotypische Analyse ist auch hier nicht möglich, es scheint aber die Spaltung hier in anderer Weise verlaufen zu sein als bei der Kreuzung X, da hier kein extremerer Typus als die *P*-Pflanzen sondern nur verschiedene Gradationen zwischen diesen ausgespaltet wurden. Man kann die beiden Kreuzungen in folgender Weise erklären. Wenn man z. B. zwei Gene für Blattfarbe *N* und *O* annimmt, deren Wirkungen ungefähr aber vielleicht nicht völlig gleich sind und summiert werden können, und dann die ziemlich helle 1917—20—5 *NNoo,* die dunkelgrüne 1917—17—6 *NNOO* und die *P*-Pflanze unbekannter Farbe 1917—1—5 *nnOO* bezeichnet, so wird die Kreuzung XIV *NNoo* × *NNOO* und die Kreuzung X *NNoo* × *nnOO* gewesen sein. In jener Kreuzung werden die F_1-Pflanzen *NNOo,* und in F_2 kommen nur die *P*- und F_1-Typen vor. In dieser Kreuzung werden die F_1-Pflanzen *NnOo,* also wahrscheinlich dunkler als beide *P*-Pflanzen, und hier können sowohl Typen heller als beide *P*-Pflanzen, nämlich mit den Konstitutionen *Nnoo, nnOo* und *nnoo,* als vielleicht auch solche dunkler als die F_1-Pflanzen und damit natürlich auch dunkler als beide *P*-Pflanzen, nämlich die der Konstitutionen *NNOo, NnOO* und *NNOO* auftreten. Die hellgrüne F_2-Pflanze wird wahrscheinlich *nnoo* gewesen sein. Prinzipiell halte ich diese Erklärung für sicher richtig, nur ist die Zahl der Gene und also auch die Formeln noch ganz hypothetisch.

Die Resultate dieser beiden Kreuzungen zeigen also, dass bei *G. Whitneyi* vererbbare Unterschiede in der Blattfarbe vorkommen und dass nach Kreuzungen verschiedener Typen eine genotypische Spaltung in F_2 eintritt, die aber noch nicht genau analysiert werden konnte.

Auch eine weissgescheckte Form habe ich in meinem Material gefunden, die aber stark variabel war. Da die Art ihrer Vererbung noch nicht ganz klar ist, werde ich aber hier nicht näher auf sie eingehen.

BLATTFORM.

Die Blattform ist bei *G. Whitneyi* sehr schwer zu analysieren, da es keine gut abgegrenzte Typen gibt, sondern kontinuierliche Übergänge zwischen breitblätterigen und schmalblätterigen Formen vorkommen. Da ausserdem dieser Charakter stark modifikativ beeinflusst wird, so dass die Blätter ein und derselben Pflanze sehr verschieden sein können, ist es nie möglich mit Sicherheit die genotypische Blattform einer einzelnen Pflanze nach ihrem Phaenotypus festzustellen. Nur wenn man Nachkommen einer Pflanze untersucht, kann man diese sicher feststellen. Auch ist es notwendig mehrere Blätter jeder Pflanze zu *messen,* da man bei oberflächlicher Schätzung der Blattform sich schwer täuschen kann, was eine Folge der grossen Variabilität der Blätter ein und derselben Pflanze ist. Meistens habe ich bei jeder untersuchten Pflanze 10 wohlentwickelte Blätter gemessen, und dies ist fast immer genügend, um ein einigermassen sicheres Mittel der Pflanze zu bekommen, was ich in der Weise feststellen konnte, dass ich bei einigen Pflanzen viel mehr Blätter mass und das Mittel dieser mit dem Mittel der ersten 10 Blätter verglich. Eine vollständige genetische Analyse der Blattform würde also nur möglich sein, wenn man von einer grossen Zahl von Pflanzen aus Kreuzungen und Selbstbestäubungen Nachkommen erziehen und bei allen etwa 10 Blätter genau messen könnte. Dazu würde aber sehr viel Zeit nötig sein, und ich habe bis jetzt mit Sicherheit nur feststellen können, dass genotypische Unterschiede in der Blattform vorkommen, und dass solche auch in F_2 nach einer Kreuzung auftreten, d. h. dass dieser Charakter spaltet.

Da die *Grösse* der Blätter einer Pflanze im allgemeinen stärker variiert als ihre *Form* habe ich nicht nur Länge und Breite sondern auch die *relative Länge* d. h. $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$ jedes Blattes festgestellt. Diese Grösse wird auch, wie die folgende Überlegung lehrt, einen deutlicheren Ausschlag für die Unterschiede geben können, wenn Länge und Breite mehr oder weniger unabhängig von einander vererbt werden. Wenn man annimmt, dass die Länge zwischen a und $2a$, die Breite zwischen b und $2b$ variiert, so wird das Verhältnis zwischen der grössten und der kleinsten Länge bezw. Breite $\frac{2a}{a}$ bezw. $\frac{2b}{b}$, in beiden Fällen also gleich 2. Die relative Länge kann aber in diesem Falle zwischen $\frac{a}{2b}$ und $\frac{2a}{b}$ variieren, da hier die kleinste Länge mit der grössten Breite,

TABELLEN 30—32. BLATTFORM IN KREUZUNG XI. 1917—20—5 × 1917—13—5.

TABELLE 30. *Kreuzung XI. Nachkommen der P-Pflanzen.*

Pflanze	Gemessen	Länge			Breite			Relative Länge		
		Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel
1917—20—5, selbstbefr.										
—d	1918	48	76	60,6	16	30	20,9	2,37	3,38	2,94
—a	»	51	72	62,8	17	26	20,9	2,50	3,26	3,02
—c	»	47	87	62,8	17	26	20,3	2,45	3,55	3,08
e	»	54	82	68,7	16	27	21,4	2,55	3,88	3,24
f	»	51	92	69,4	16	22	19,4	2,95	4,18	3,53
—g	»	47	69	59,4	13	22	17,3	2,61	4,92	3,54
b	»	48	68	55,2	11	18	14,9	3,33	4,91	3,75
—h	»	43	71	56,6	14	17	15,1	3,06	4,29	3,76
j	»	44	67	56,6	12	20	15,0	3,15	5,17	3,84
—i	»	46	58	52,1	12	17	14,6	3,41	4,23	3,89
Mittel	»	52,1	69,4	60,4	14,6	21,4	18,0	2,94	3,89	3,46
1917—13—5, selbstbefr.										
—c	14/10 1920	26	49	35,6	8	13	10,2	2,60	4,75	3,53
—b	»	38	63	47,2	9	14	11,3	3,50	5,27	4,21
—a	»	39	58	44,1	7	12	9,2	3,67	6,44	4,86
—d	»	33	54	39,9	6	10	8,2	3,67	5,83	4,92
Mittel	»	35,6	47,2	41,7	8,2	11,3	9,7	3,53	4,92	4,38

TABELLE 31. *Kreuzung XI.* F_1.

Pflanze	Gemessen	Länge			Breite			Relative Länge		
		Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel
XI 2	1918	51	71	59,6	17	23	20,0	2,55	3,15	2,99

TABELLE 32. *Kreuzung XI.* F_2.

Pflanze	Gemessen	Länge			Breite			Relative Länge		
		Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel
XI—2, selbstbefr.										
—12	1919	45	73	61,0	16	21	19,6	2,25	3,84	3,12
—24	»	49	70	60,1	13	25	18,6	2,45	5,00	3,13
—10	»	51	80	56,8	15	21	17,9	2,70	3,94	3,19
—19	»	47	60	51,9	15	17	16,3	2,82	3,53	3,19
—18	»	54	67	59,9	15	20	17,6	2,95	3,88	3,42
1	»	43	61	52,2	13	20	15,3	2,53	4,46	3,46
—15	»	59	80	68,9	17	23	20,0	2,68	4,00	3,46
20	»	52	80	64,5	15	21	18,0	3,00	4,13	3,60
— 8	»	50	69	62,0	14	22	17,3	3,05	4,29	3,61
— 2	»	57	85	73,1	16	25	20,1	2,71	4,79	3,69
13	»	45	56	51,3	12	17	13,9	3,29	3,93	3,70
5	»	59	77	68,1	16	20	18,2	3,21	4,63	3,76
— 7	»	49	69	58,4	13	21	15,7	3,05	4,69	3,76
—11	»	43	70	53,3	12	15	14,0	3,20	4,67	3,81
— 4	»	49	63	56,5	12	18	14,9	3,00	4,33	3,85
—14	»	50	66	54,0	11	18	13,9	3,06	4,73	3,95
—22	»	55	72	63,0	14	19	15,5	3,47	4,80	4,07
—23	»	54	64	59,9	12	17	14,6	3,71	4,54	4,12
—21	»	58	67	62,1	14	18	15,3	3,39	4,57	4,19
—17	»	50	69	57,9	10	15	13,4	3,60	5,10	4,35
— 9	»	49	67	59,1	11	18	13,4	3,50	5,15	4,45
— 3	»	52	66	59,0	12	15	13,3	4,00	4,92	4,47
—16	»	54	67	59,5	11	14	12,4	4,21	5,15	4,81
— 6	»	52	64	57,6	10	13	11,3	4,46	5,60	5,11
Mittel	»	51,3	73,1	59,6	11,3	20,1	15,9	3,12	5,11	3,84

und umgekehrt, kombiniert werden kann, und das Verhältnis zwischen der grössten und der kleinsten relativen Länge wird also $\frac{2a \,.\, 2b}{b \,.\, a} = 4$. Dagegen sind die beiden Typen $\frac{a}{b}$ und $\frac{2a}{2b}$, die ganz verschiedene Grösse der Blätter haben, in der relativen Länge gleich. Wenn man nur Unterschiede nachweisen will, dann geht dies am besten durch Bestimmung der relativen Länge, will man eine genaue genetische Analyse ausführen, muss man aber die absolute Länge und Breite berücksichtigen. In meinen Tabellen habe ich überall für jede Pflanze, die gemessen wurde, Min., Max. und Mittel der Länge, Breite und

TABELLEN 33—35. BLATTFORM IN KREUZUNG XV. 1917—20—5 × 1917—19—6.

TABELLE 33. *Kreuzung XV. Nachkommen der P-Pflanzen.*

Pflanze	Gemessen	Länge			Breite			Relative Länge		
		Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel
1917—20—5, selbstbefr.										
—d	1918	48	76	60,6	16	30	20,9	2,37	3,38	2,94
—a	»	51	72	62,8	17	26	20,9	2,50	3,26	3,02
—c	»	47	87	62,8	17	26	20,3	2,45	3,55	3,08
—e	»	54	82	68,7	16	27	21,4	2,55	3,88	3,24
—f	»	51	92	69,4	16	22	19,4	2,95	4,18	3,53
—g	»	47	69	59,4	13	22	17,3	2,61	4,92	3,54
—b	»	48	68	55,2	11	18	14,9	3,33	4,91	3,75
—h	»	43	71	56,6	14	17	15,1	3,06	4,29	3,76
—j	»	44	67	56,6	12	20	15,0	3,15	5,17	3,84
—i	»	46	58	52,1	12	17	14,6	3,41	4,23	3,89
Mittel	—	52,1	69,4	60,4	14,6	21,4	18,0	2,94	3,89	3,46
1917—19—6, selbstbefr.										
—7	1918	49	69	59,2	13	18	15,4	3,50	4,27	3,85
—8	»	44	83	59,5	10	21	14,3	3,48	4,60	4,13
—1	»	45	64	51,2	8	17	12,4	3,20	6,75	4,31
—5	»	50	81	60,8	12	19	14,0	3,85	4,85	4,34
—6	»	50	82	66,8	10	20	15,5	3,84	5,20	4,36
—4	»	36	74	47,6	8	15	10,3	3,60	5,56	4,63
—3	»	51	84	66,0	10	22	14,2	3,82	5,58	4,73
—2	»	51	60	55,9	9	11	10,2	5,00	6,33	5,50
Mittel	—	47,6	66,8	58,4	10,2	15,5	13,3	3,85	5,50	4,48

relativen Länge angegeben. Eine Berechnung des mittleren Fehlers habe ich nicht ausgeführt, weil die Zahlen dazu gar zu klein sind.

Die *Kreuzungen XI* (1917—20—5 × 1917—13—5, Tab. 30—32) und *XV* (1917—20—5 × 1917—19—6, Tab. 33—35) habe ich beide nur bis in F_2 untersuchen können. Die eine *P*-Pflanze (1917—20—5) war für beide gemeinsam, und ihre Nachkommen zeigten ein Mittel der relativen Länge von 3,46. Die Mittel bei den Nachkommen der beiden anderen *P*-Pflanzen waren fast gleich, 4,38 bei 1917—13—5 und 4,48 bei 1917—19—6. In F_1 habe ich von der Kreuzung XI nur eine Pflanze mit dem Mittel 2,99, bei der Kreuzung XV dagegen 8 Pflanzen mit dem Mittel 3,62 gemessen. Man würde ja eher dieselbe Zahl

TABELLE 34. *Kreuzung XV.* F_1.

Pflanze	Gemessen	Länge			Breite			Relative Länge		
		Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel
XV .....—g	1918	51	68	58,8	16	24	19,2	2,50	3,69	3,16
—a	»	45	81	56,7	15	20	16,9	2,61	4,05	3,35
—b	»	45	79	60,4	14	21	17,7	3,00	3,85	3,39
—f	»	54	75	66,2	14	25	19,6	2,88	4,14	3,42
—c	»	48	78	63,5	14	21	17,1	3,11	4,53	3,71
—e	»	62	94	80,8	16	24	19,0	3,26	4,06	3,73
—d	»	62	97	82,6	16	27	21,5	2,86	4,94	3,89
—h	»	58	116	70,6	13	25	16,0	3,53	5,07	4,28
Mittel	—	56,7	82,6	67,5	16,0	21,5	18,4	3,16	4,28	3,62

TABELLE 35. *Kreuzung XV.* F_2.

Pflanze	Gemessen	Länge			Breite			Relative Länge		
		Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel
XV—1, selbstbefr.										
—s	7/9 1920	49	71	57,0	16	21	17,7	2,94	4,18	3,24
—o	»	33	60	44,3	10	17	12,9	3,12	3,80	3,46
—a	»	35	52	43,8	11	14	12,5	3,14	4,73	3,52
—g	»	44	54	50,0	12	14	13,0	3,67	4,00	3,84
—f	»	54	62	57,2	13	18	14,2	3,44	4,43	4,07
—k	»	43	64	54,0	11	15	12,9	3,31	4,67	4,16
—l	»	32	58	46,9	8	13	11,1	3,20	4,70	4,22
—h	»	43	72	60,4	11	19	14,4	3,69	4,92	4,24
—n	»	37	66	51,3	9	14	12,0	4,00	4,71	4,26
—p	»	41	63	51,6	10	14	11,8	3,85	5,10	4,39
—e	»	48	67	55,0	11	15	12,5	4,07	5,17	4,41
—i	»	51	93	64,2	12	17	14,1	3,93	5,47	4,53
—d	»	48	62	52,0	10	12	11,5	4,00	6,20	4,55
—j	»	48	58	53,8	9	15	11,8	3,79	5,67	4,63
—m	»	34	55	45,1	6	13	9,9	4,08	5,67	4,71
—c	»	41	78	52,4	9	15	12,0	3,73	5,25	4,82
—b	»	35	48	40,7	6	10	7,9	4,80	5,83	5,22
—r	»	41	59	50,4	8	12	9,3	4,55	6,25	5,45
—2	»	33	40	37,0	5	7	6,1	5,50	7,20	6,10
Mittel	—	37,0	64,2	50,9	6,1	17,7	12,0	3,24	6,10	4,41

TABELLEN 36—40. BLATTFORM IN KREUZUNG III.
1917—5—4 × 1917—26—a.

TABELLE 36. *Kreuzung III. Nachkommen der P-Pflanzen.*

Pflanze	Gemessen	Länge			Breite			Relative Länge		
		Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel
1917—5—4, selbstbefr.										
—a	10/9 1920	34	53	45,2	11	14	12,2	3,09	4,42	3,71
—b	»	37	55	49,4	10	15	12,6	3,43	4,25	3,87
Mittel	—	45,2	49,4	47,3	12,2	12,6	12,4	3,71	3,87	3,79
1917—26—a, selbstbefr.										
—e	15/9 1920	46	65	56,8	16	20	17,3	2,83	3,71	3,29
—g	»	42	62	47,1	12	19	14,2	2,80	4,00	3,34
—a	»	50	67	55,4	15	17	16,0	2,94	4,19	3,47
—b	»	45	80	62,1	14	21	17,3	3,07	4,00	3,56
—d	»	35	67	48,7	10	17	13,6	2,75	4,85	3,60
—c	»	35	55	43,9	9	13	11,7	3,42	4,23	3,76
—l	»	56	75	66,1	15	19	16,5	3,50	4,40	4,02
—h	»	40	60	47,8	10	15	11,8	3,31	5,00	4,06
—k	»	59	77	70,9	15	19	17,0	3,69	4,81	4,19
—i	»	47	69	59,3	13	15	13,7	3,36	5,23	4,34
—f	»	62	80	72,7	15	19	16,6	4,13	4,53	4,37
Mittel	—	43,9	72,7	57,3	11,7	17,3	15,1	3,29	4,37	3,82

TABELLE 37. *Kreuzung III. F_1-Pflanzen.*

Pflanze	Gemessen	Länge			Breite			Relative Länge		
		Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel
III.....—d	10/9 1920	34	64	42,0	8	18	12,7	2,92	4,75	3,36
—c	»	47	65	54,5	13	19	15,9	2,78	4,15	3,47
—b	»	36	53	48,0	9	23	14,2	1,83	5,56	3,68
—a	»	34	65	54,4	10	16	13,2	3,09	5,90	4,21
Mittel	—	42,0	54,5	49,7	12,7	15,9	14,0	3,36	4,21	3,68

TABELLE 38. *Kreuzung III.* F_2.

Pflanze	Gemessen	Länge			Breite			Relative Länge		
		Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel
III—2, selbstbefr.										
— 9	1919	52	65	56,6	16	19	18,0	2,79	3,44	3,15
—14	»	48	65	53,8	13	20	16,6	2,80	4,06	3,27
— 8	»	57	73	65,3	17	21	18,6	2,86	4,17	3,52
—13	»	56	76	68,0	17	21	19,0	2,81	4,29	3,60
—11	»	58	73	66,8	15	19	17,1	3,22	4,56	3,92
—12	»	69	81	74,8	15	18	16,7	4,06	5,33	4,49
—10	»	63	73	67,9	12	16	14,7	3,94	5,67	4,65
Mittel	1919	53,8	74,8	64,7	14,7	19,0	17,2	3,15	4,65	3,80
—l	16/9 1920	25	37	31,2	9	13	10,4	2,45	3,67	3,02
—t	»	38	59	48,3	12	19	14,9	2,92	3,67	3,25
—o	»	31	46	39.0	10	17	12,1	2,47	4,18	3,27
—a	»	45	60	55,2	15	19	16,5	2,65	4,29	3,38
—e	»	51	63	55,0	14	19	16,7	2,83	4,50	3,50
—i	»	46	63	54,1	14	18	15,2	3,20	4,20	3,57
—b	»	53	71	63,8	16	21	17,8	3,05	4,13	3,61
—u	»	26	53	37,8	8	14	10,5	2,36	4,22	3,61
—r	»	38	56	49,6	11	17	13,7	2,82	4,00	3,64
—d	»	39	58	49,8	11	17	15,1	3,06	4,46	3,65
—j	»	63	77	71,2	16	22	19,5	3,41	3,94	3,66
—c	»	41	70	57,9	12	18	15,4	3,38	4,27	3,76
—h	»	56	98	71,6	16	21	18,0	3,10	4,88	3,79
—f	»	54	63	60,2	14	19	15,9	3,00	4,57	3,83
—p	»	42	60	51,2	11	17	14,7	2,71	5,36	3,89
—n	»	51	78	66,2	14	20	16,9	3,45	4,33	3,93
—k	»	39	48	42,5	10	12	10,8	3,18	4,60	3,95
—m	»	31	50	41,3	8	13	10,4	3,18	5,00	4,00
—g	»	53	75	61,0	12	20	13,7	3,59	5,17	4,54
—s	»	41	61	52,6	9	14	11,6	3,36	5,80	4,57
Mittel	1920	31,2	71,6	53,0	10,4	19,5	14,5	3,02	4,57	3,72

erwartet haben, die erste ist aber ziemlich unsicher, da sie bei nur einer Pflanze gewonnen wurde. In F_2 ist aber auch das Mittel bei der Kreuzung XI niedriger als bei der Kreuzung XV (3,84 bezw. 4,41). Auch die Variabilität ist im letzteren Falle grösser (3,24—6,10) als im ersteren (3,12—5,11), obgleich weniger Individuen vorhanden sind. Die Variabilität geht aber nur in der Richtung nach oben weiter, dagegen nicht so weit nach unten wie in der Kreuzung XV. Man wird deshalb als Erklärung annehmen müssen, dass schon in F_1 eine Spaltung

TABELLE 39. *Kreuzung III. F_3 nach der F_1-Pflanze III—2.*

Pflanze	Gemessen	Länge			Breite			Relative Länge		
		Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel
F_2III—2—1								schmalblätterig		
F_3III—2—1, selbstbefr.										
—2	15/8 1920	30	51	36,2	6	13	9,0	3,15	5,50	4,11
—3	»	35	51	43,2	8	13	10,2	3,50	5,44	4,30
—5	»	35	50	43,6	7	13	10,0	3,46	5,75	4,49
—6	»	38	58	48,2	7	15	9,8	3,87	6,57	5,02
Mittel	—	36,2	48,2	42,8	9	10,2	9,8	4,11	5,02	4,58
F_2III—2—2								breitblätterig		
F_3III—2—2, selbstbefr.										
—6	15/8 1900	37	51	43,3	13	24	17,0	2,11	3,23	2,60
—3	»	34	63	46,5	13	21	17,6	2,11	3,05	2,62
—4	»	41	53	46,4	13	19	15,5	2,50	3,38	3,02
—2	»	31	61	43,3	10	21	15,2	2,38	3,20	3,05
Mittel	—	43,3	46,5	44,9	15,2	17,6	16,4	2,60	3,05	2,82
F_2III—2—9	1919	52	65	56,6	16	19	18,0	2,79	3,44	3,15
F_3III—2—9, selbstbefr.										
—b	21/8 1920	30	36	33,3	9	14	11,3	2,57	3,33	3,00
—a	»	26	30	27,5	7	12	9,4	2,17	3,86	3,06
Mittel	—	27,5	33,3	30,4	9,4	11,3	10,4	3,00	3,06	3,03
F_2III—2—12.....	—	69	81	74,8	15	18	16,7	4,06	5,33	4,49
F_3III—2—12, selbstbefr.										
—b	21/8 1920	32	47	38,8	12	17	14,3	2,31	3,14	2,72
—e	»	42	77	56,9	15	27	20,1	2,62	3,00	2,84
—d	»	32	42	42,5	11	17	13,2	2,29	3,36	2,87
—i	»	35	59	43,3	11	17	14,1	2,38	3,77	3,08
—c	»	35	55	42,5	10	21	13,6	2,62	3,67	3,18
—a	»	41	72	55,4	14	19	16,4	2,87	4,00	3,37
—h	»	35	70	47,2	10	17	14,0	2,47	4,29	3,39
—g	»	43	58	50,8	10	19	16,1	2,72	4,60	3,49
—j	»	34	59	49,4	11	18	14,0	3,09	4,27	3,54
—f	»	28	38	32,0	8	10	8,9	3,10	4,25	3,61
Mittel	—	32,0	56,9	45,9	8,9	20,1	14,5	2,72	3,61	3,21

TABELLE 40. *Kreuzung III. F_3 nach der F_1-Pflanze III—4.*

Pflanze	Gemessen	Länge			Breite			Relative Länge		
		Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel
F_2 III—4—1								schmalblätterig		
F_3 III—4—1, selbstbefr.										
—b	18/8 1920	39	58	45,2	10	16	11,8	3,00	5,27	3,88
—c	»	42	61	54,9	11	16	13,9	3,62	4,36	4,00
—e	»	35	54	46,0	9	14	11,4	2,50	4,90	4,10
—d	»	40	54	47,7	10	13	11,3	3,64	5,00	4,23
—g	»	43	62	49,2	10	17	12,7	3,65	5,00	4,36
—j	»	44	60	51,1	11	12	11,5	3,67	5,45	4,43
—h	»	39	48	44,0	8	12	10,2	3,50	5,25	4,44
—i	»	43	62	54,0	11	14	12,1	3,58	5,64	4,47
—a	»	37	53	43,0	8	10	9,3	3,70	5,89	4,66
—f	»	43	56	50,6	8	13	10,7	3,38	6,50	4,84
Mittel	—	43,0	54,9	48,6	9,3	13,9	11,5	3,88	4,84	4,34
F_2 III—4—3										
F_3 III—4—3, selbstbefr.										
—g	19/8 1920	46	63	53,6	15	29	18,4	1,79	4,20	3,01
—h	»	62	89	71,7	19	26	21,7	2,82	3,52	3,31
—d	»	47	63	53,3	14	19	15,7	2,47	4,20	3,43
—i	»	48	67	58,1	15	18	16,3	3,00	4,20	3,57
—e	»	46	64	54,5	13	18	15,0	3,07	4,31	3,65
—f	»	56	83	72,4	15	23	19,9	3,26	4,24	3,66
—c	»	69	101	83,3	17	28	22,2	3,09	4,48	3,78
—b	»	59	101	78,2	14	25	20,1	2,54	5,93	3,97
—a	»	64	109	90,2	15	26	19,9	3,29	6,60	4,51
Mittel	—	53,3	90,2	68,4	15,0	22,2	18,8	3,01	4,51	3,65
F_2 III—4—20.....	1919	57	88	72,2	11	17	13,8	4,29	6,00	5,23
F_3 III—4—20, selbstbefr.										
—f	21/8 1920	31	47	40,4	8	19	11,1	2,00	4,89	3,83
—h	»	45	59	52,5	11	15	12,8	3,47	4,92	4,12
—c	»	45	57	52,9	10	18	12,9	3,06	5,70	4,23
—j	»	35	53	46,0	10	16	10,9	3,31	5,30	4,29
—g	»	41	59	51,8	9	14	11,3	4,00	5,00	4,55
—i	»	30	50	36,5	6	10	7,4	4,67	5,67	4,95
—a	»	38	53	45,6	7	10	8,6	4,75	6,00	5,31
—b	»	35	52	46,9	7	10	7,6	4,38	6,50	5,58
—d	»	33	47	40,3	5	9	7,0	5,00	9,00	5,92
—e	»	40	59	50,9	6	12	8,1	4,08	9,33	6,66
Mittel	—	36,5	52,9	46,4	7,0	12,9	9,8	3,83	6,66	4,94

TABELLEN 41—43. BLATTFORM IN KREUZUNG VI. 1917—9—6 × 1917—13—5.

TABELLE 41. *Kreuzung VI. P-Pflanzen.*

Pflanze	Gemessen	Länge			Breite			Relative Länge		
		Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel
1917—9—6	nicht gem.									
1917—13—5, selbstbefr.										
—c	$^{14}/_{10}$ 1920	26	49	35,6	8	13	10,2	2,60	4,75	3,53
—b	»	38	63	47,2	9	14	11,3	3,50	5,27	4,21
—a	»	39	58	44,1	7	12	9,2	3,67	6,44	4,86
—d	»	33	54	39,9	6	10	8,2	3,67	5,83	4,92
Mittel	—	35,6	47,2	41,7	8,2	11,3	9,7	3,53	4,92	4,38

TABELLE 42. *Kreuzung VI.* F_2.

Pflanze	Gemessen	Länge			Breite			Relative Länge		
		Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel
F_1VI—2	nicht gem.									
F_2VI -2, selbstbefr.										
—1	1919	69	90	78,1	19	24	21,3	3,43	3,95	3,65
—3	»	63	82	74,1	12	15	13,1	4,85	6,31	5,07
—2	»	74	92	82,8	14	17	15,5	4,88	5,87	5,36
—4	»	80	96	87,0	14	18	15,4	5,24	6,07	5,67
Mittel	—	74,1	87,0	80,5	13,1	21,3	16,3	3,65	5,67	4,94

eintrat und dass in der Kreuzung XI die selbstbefruchtete gemessene F_1-Pflanze genotypisch mehr breitblätterig als die selbstbefruchtete, nicht gemessene F_1-Pflanze der Kreuzung XV war. Diese Spaltung in F_1 wird dadurch noch wahrscheinlicher, dass die Nachkommen von 1917—13—5 bezw. 1917—19—6 bei kleineren Zahlen viel grössere Variabilität als die Nachkommen von 1917—20—5 zeigten, und ihre Eltern deswegen höchst wahrscheinlich heterozygotisch waren. Die Variabilität in F_2 ist so gross, dass sie als Ausdruck einer genotypischen Spaltung angesehen werden muss, obgleich dies mit Sicherheit nur durch die Analyse verschiedener F_3-Generationen festgestellt werden kann. Eine solche habe ich bei diesen Kreuzungen bis jetzt nicht

TABELLE 43. *Kreuzung VI.* F_3.

Pflanze	Gemessen	Länge			Breite			Relative Länge		
		Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel
F_2VI—2—1	1919	69	90	78,1	19	24	21,3	3,43	3,95	3,65
F_3VI—2—1, selbstbefr.										
—h	16/8 1920	29	52	37,3	10	19	13,3	2,20	3,47	2,83
—f	»	32	65	44,1	13	19	15,4	2,41	3,63	2,84
—c	»	28	57	37,5	10	16	12,9	2,06	3,85	2,91
—e	»	26	56	39,6	11	17	13,2	2,21	4,00	2,98
—d	»	42	53	46,5	13	17	15,0	2,63	3,79	3,13
—a	»	31	54	43,4	11	17	13,5	2,58	3,91	3,24
—g	»	34	58	48,2	11	21	14,4	3,09	3,71	3,33
—b	»	40	63	40,0	11	20	14,4	2,75	3,83	3,45
Mittel	—	37,3	49,0	43,2	12,9	15,4	14,0	2,83	3,45	3,09
F_2VI—2—3	1919	63	82	74,1	12	15	13,1	4,85	6,31	5,07
F_3VI—2—3, selbstbefr.										
—g	17/8 1920	32	56	45,0	8	15	12,5	2,85	4,50	3,64
—i	»	30	45	38,0	8	15	10,6	2,50	4,56	3,71
—b	»	39	63	49,8	10	16	12,8	3,29	4,50	3,90
—a	»	38	52	45,7	7	15	11,7	2,93	6,13	4,11
—f	»	36	53	41,8	8	11	10,0	3,60	4,82	4,18
—h	»	42	64	52,0	12	13	12,3	3,23	5,33	4,24
—c	»	52	63	52,2	9	15	12,7	3,71	5,78	4,56
—e	»	52	72	59,8	9	19	12,7	2,74	6,33	4,94
—d	»	40	65	49,6	8	11	9,4	4,78	5,91	5,26
Mittel	—	38,0	59,8	48,2	9,4	12,8	11,6	3,64	5,26	4,28
F_2VI—2—2	1919	74	92	82,8	14	17	15,5	4,88	5,87	5,36
F_3VI—2—2, selbstbefr.										
—a	16/8 1920	37	50	44,0	9	13	10,4	3,31	5,33	4,29
—c	»	52	77	61,7	12	17	14,1	3,94	4,92	4,41
—f	»	45	61	54,7	8	16	12,7	3,60	7,38	4,46
—g	»	30	60	46,4	8	14	10,4	3,33	5,22	4,48
—d	»	47	58	53,4	10	14	11,5	3,92	5,30	4,68
—e	»	41	60	50,7	8	12	10,2	4,70	5,63	5,00
—h	»	41	60	52,6	8	12	10,1	4,58	6,13	5,29
—b	»	52	66	59,4	8	13	11,4	4,46	6,63	5,31
Mittel	—	44,0	61,7	52,9	10,1	14,1	11,4	4,29	5,31	4,74

Pflanze	Gemessen	Länge			Breite			Relative Länge		
		Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel
F_2VI—2—4	1919	80	96	87,0	14	18	15,1	5,24	6,07	5,67
F_3VI—2—4, selbstbefr.										
—e	$^{17}/_{8}$ 1920	38	45	42,1	10	14	11,9	3,00	4,09	3,57
—b	»	43	60	52,0	10	15	12,7	3,31	5,15	4,20
—d	»	40	68	54,2	9	15	12,5	3,16	5,23	4,35
—a	»	44	58	52,2	10	15	11,9	3,36	5,10	4,15
—f	»	43	73	56,8	10	15	12,3	4,08	5,73	4,61
—g	»	42	70	54,2	9	15	11,5	3,38	5,89	4,62
—i	»	43	69	62,8	13	14	13,1	3,31	5,31	4,79
—h	»	51	81	61,3	11	15	12,7	4,23	5,40	4,85
—j	»	51	79	63,1	12	14	12,7	4,08	5,92	4,98
—c	»	44	65	53,6	8	14	11,9	3,38	6,00	4,99
Mittel	—	42,1	63,1	55,2	11,0	13,1	12,2	3,57	4,99	4,54

ausgeführt, in Analogie mit den später zu erwähnenden glaube ich aber auch hier auf genotypische Unterschiede schliessen zu dürfen.

Da die relative Länge von der absoluten Länge und der Breite abhängig ist, muss eine Spaltung in bezug auf die erstere durch Spaltung in bezug auf wenigstens eine der letzteren Grössen verursacht worden sein. Bei der Kreuzung XV ist der Unterschied in der mittleren Länge bei den Nachkommen der beiden *P*-Pflanzen sehr klein, dagegen ist der Unterschied in der mittleren Breite gross. Die F_1-Generation zeigt die grössere Breite, die F_2-Generation eine sehr grosse Variabilität in diesem Charakter. Die F_2-Spaltung in der relativen Länge wird deswegen hier in der Hauptsache als Folge der Spaltung in bezug auf die Breite, weniger als Folge der immerhin wahrscheinlichen Spaltung in der Länge, betrachtet werden. Bei der Kreuzung XI ist der Unterschied zwischen den Nachkommen der *P*-Pflanzen auch in der Länge deutlich, aber auch hier grösser in der Breite. Die F_1-Pflanze hat auch hier die grösste Länge und Breite, die Spaltung in F_2 ist aber hier nicht so gross in der Länge und auch nicht in der Breite. Dadurch wird auch die Variabilität in bezug auf die relative Länge auch nicht so gross wie in der Kreuzung XV. Es müssen also hier weniger Gene an der Spaltung teilgenommen haben.

In diesen beiden Kreuzungen scheint nach den Resultaten in F_1 die grösste Länge bezw. Breite zu dominieren. Dies wird aber wahrscheinlich nur unvollständig sein, da in F_2 das Mittel in der Mitte zwischen Min. und Max. liegt.

TABELLEN 44—48. BLATTFORM IN KREUZUNG XIV. 1917—20—5 × 1917—17—6.

TABELLE 44. *Kreuzung XIV. P-Pflanzen.*

Pflanze	Gemessen	Länge			Breite			Relative Länge		
		Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel
1917—20—5, selbstbefr.										
—d	1918	48	76	60,6	16	30	20,9	2,37	3,38	2,94
—a	»	51	72	62,8	17	26	20,9	2,50	3,26	3,02
—c	»	47	87	62,8	17	26	20,3	2,45	3,55	3,08
—e	»	54	82	68,7	16	27	21,4	2,55	3,88	3,24
—f	»	51	92	69,4	16	22	19,4	2,95	4,18	3,53
—g	»	47	69	59,4	13	22	17,3	2,61	4,92	3,54
—b	»	48	68	55,2	11	18	14,9	3,33	4,91	3,75
—h	»	43	71	56,6	14	17	15,1	3,06	4,29	3,76
—j	»	44	67	56,6	12	20	15,0	3,15	5,17	3,84
—i	»	46	58	52,1	12	17	14,6	3,41	4,23	3,89
Mittel	—	52,1	69,4	60,4	14,6	21,4	18,0	2,94	3,89	3,46
—1	1920	46	73	56,0	13,0	17,0	14,6	3,07	4,50	3,84
1920—317 = 1917—17										
—c	$^{27}/_{8}$ 1920	40	56	48,4	9	15	13,1	3,29	4,89	3,75
—f	»	36	65	52,0	11	17	13,3	3,00	4,64	3,93
—a	»	35	52	40,5	9	13	10,1	3,36	5,00	4,03
—b	»	34	64	46,2	8	15	11,4	3,36	5,63	4,15
—1	»	51	86	62,2	13	17	14,9	3,56	6,14	4,20
—2	»	47	66	56,2	10	15	12,2	4,33	5,08	4,63
—h	»	38	54	44,9	8	11	9,3	4,30	5,88	4,85
—g	»	45	68	57,5	9	14	11,4	4,54	6,00	5,07
—e	»	41	55	51,1	9	11	9,9	4,56	5,89	5,21
—d	»	62	71	66,7	9	16	13,1	3,88	7,22	5,29
Mittel	—	40,5	66,7	52,6	9,3	14,9	11,9	3,75	5,29	4,51

Bei der *Kreuzung III* (1917—5—4 × 1917—26—a, Tab. 36—40) hatten die Nachkommen der beiden *P*-Pflanzen dasselbe Mittel in bezug auf die relative Länge. Auch die F_1- und die F_2-Generation zeigten dasselbe Mittel und die letztere zwar sowohl 1919 als 1920. In F_2 kam einige Variabilität vor, die aber nicht so gross war wie in den früher erwähnten Kreuzungen. Wenn man also hier zeigen kann, dass eine genotypische Spaltung vorliegt, kann man mit Sicherheit schliessen, dass dies auch der Fall bei den Kreuzungen XI und

TABELLE 45. *Kreuzung XIV.* F_1.

Pflanze	Gemessen	Länge			Breite			Relative Länge		
		Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel
XIV ..... —a	27/8 1920	44	61	54,3	10	15	12,5	3,80	4,82	4,37
—b	»	44	63	53,6	11	14	12,1	4,00	4,92	4,45
—30	1918	66	99	76,1	14	20	17,1	4,06	5,21	4,46
Mittel	—	53,6	76,1	61,3	12,1	17,1	13,9	4,37	4,46	4,43

TABELLE 46. *Kreuzung XIV.* F_2

Pflanze	Gemessen	Länge			Breite			Relative Länge		
		Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel
XIV—1, selbstbefr.										
—o	10/9 1920	45	65	58,0	13	20	17,0	2,95	3,65	3,42
—e	»	53	78	61,4	15	19	17,5	3,00	4,33	3,53
—d	»	39	60	46,0	11	15	12,6	3,31	4,08	3,64
—c	»	37	53	44,4	8	17	12,4	2,85	5,13	3,68
—m	»	53	82	62,7	15	21	16,7	3,29	4,53	3,77
—b	»	52	66	58,0	13	17	15,3	3,12	4,46	3,82
—g	»	55	69	61,3	14	18	15,9	3,39	4,29	3,87
—j	»	50	72	60,6	13	19	15,5	3,44	4,92	3,94
—i	»	46	56	50,0	11	14	12,5	3,64	4,27	4,01
—k	»	55	80	69,9	15	21	17,1	3,47	5,00	4,13
—n	»	57	82	65,9	14	23	16,1	3,57	4,79	4,14
—l	»	57	70	65,6	14	18	15,6	3,67	4,86	4,19
—f	»	52	71	59,1	10	17	14,2	3,44	5,60	4,25
—a	»	43	60	51,0	9	14	11,8	3,31	6,11	4,38
—h	»	41	59	52,8	11	13	12,0	3,73	4,92	4,39
Mittel	—	44,4	69,9	57,7	11,8	17,5	14,8	3,42	4,39	3,94

XV war. Da ich mehrere F_3-Generationen erzogen hatte, war dies auch möglich. Einige der entsprechenden F_2-Pflanzen waren gemessen worden, andere dagegen nicht, diese waren aber photographiert, und auf den Fig. 5 und 7 sieht man deutlich den Unterschied in der Blattform. Von den nicht gemessenen hatten die schmalblätterigen F_2-Pflanzen III—2—1 und III—4—1 auch schmalblätterige Nachkommen (Mittel 4,58, bezw. 4,34), während die breitblätterige III—2—2 breitblätterige Nachkommen (Mittel 2,82) und die ziemlich intermediäre

TABELLE 47. *Kreuzung XIV. F_2.*

Pflanze	Gemessen	Länge			Breite			Relative Länge		
		Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel
F_1XIV—30	1918	66	99	76,1	14	20	17,1	4,06	5,21	4,46
F_2XIV—30, selbstbefr.										
— 4	1919	81	107	92,3	16	23	19,8	4,04	5,35	4,70
— 8	»	79	102	88,1	15	22	18,5	4,32	5,47	4,78
— 2	»	84	96	89,7	16	21	18,6	4,29	5,94	4,86
—11	»	73	94	83,3	15	20	17,4	4,35	5,67	4,93
— 5	»	74	95	86,1	14	20	17,2	4,47	5,63	5,03
—13	»	59	73	68,1	12	15	13,5	4,27	6,08	5,08
—12	»	69	90	80,3	13	18	15,2	4,29	6,08	5,32
— 3	»	80	101	90,6	15	19	16,5	4,63	6,20	5,51
— 9	»	85	101	93,2	15	18	16,6	4,72	6,06	5,63
—10	»	85	94	89,9	12	18	15,5	4,89	7,58	5,90
— 6	»	80	108	97,4	15	20	16,4	5,33	6,53	5,95
— 1	»	65	80	74,0	11	13	12,4	5,15	6,67	5,96
— 7	»	73	96	86,2	12	16	14,3	5,21	7,08	6,05
Mittel	—	68,1	97,4	86,1	12,4	19,8	16,3	4,70	6,05	5,36

III—4—3 auch intermediäre Nachkommen (Mittel 3,65) hatte. Von den gemessenen F_2-Pflanzen hatte die breitblätterige III—2—9 auch breitblätterige Nachkommen (Mittel 3,15 bezw. 3,03), die schmalblätterige III—4—20 dagegen schmalblätterige (Mittel 5,23 bezw. 4,94). *Hieraus geht also mit Sicherheit hervor, dass die Variabilität in F_2 durch eine genotypische Spaltung zustande gekommen war, und dann kann man auch schliessen, dass dies bei den früher erwähnten Kreuzungen XI und XV der Fall war.* Dass aber, wie ich schon hervorgehoben habe, die Modifikationen auch gross sind und es deswegen unmöglich ist, die einzelnen Pflanzen nach ihrem Phaenotypus genotypisch zu klassifizieren, geht daraus hervor, dass *die schmalblätterige III—2—12 nicht eine schmalblätterige sondern eine breitblätterige Nachkommenschaft (Mittel 4,49 bezw. 3,21) hatte, und also nur eine schmalblätterige Modifikation einer genotypisch breitblätterigen Form war.*

Dass auch hier die Spaltung sowohl in der Länge als in der Breite eintritt, geht aus den Mitteln der F_3-Tabellen hervor. Diese variieren in Länge zwischen 30,4 und 68,4, in Breite zwischen 9,8 und 18,8 mm. Auch in F_2 ist die Spaltung in beiden diesen Charakteren deutlich, interessant ist aber hier, dass der Unterschied zwischen

TABELLE 48. *Kreuzung XIV.* F_3.

Pflanze	Gemessen	Länge			Breite			Relative Länge		
		Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel
F_2 XIV—30—8	1919	79	102	88,1	15	22	18,5	4,32	5,47	4,78
F_3 XIV—30—8, selbstbefr.										
—h	31/8 1920	36	59	45,8	10	15	12,8	3,08	4,38	3,58
—f	»	39	54	47,9	11	15	13,3	3,25	4,64	3,62
—j	»	40	51	45,6	10	14	12,0	3,21	4,64	3,84
—g	»	43	51	45,8	10	13	11,4	3,31	4,50	4,04
—c	»	44	60	49,9	11	15	12,4	3,13	5,00	4,07
—d	»	41	56	47,4	10	13	11,6	3,42	5,60	4,17
—e	»	44	57	50,8	11	14	11,6	4,00	4,91	4,35
—a	»	37	47	41,7	7	9	8,4	4,11	5,86	5,00
—b	»	36	46	42,0	6	10	8,4	4,00	7,00	5,10
—i	»	46	64	51,5	9	14	10,1	4,57	5,80	5,13
Mittel	—	41,7	51,5	46,8	8,4	13,3	11,2	3,58	5,13	4,29
F_2 XIV—30—2	1919	84	96	89,7	16	21	18,6	4,29	5,94	4,86
F_3 XIV—30—2, selbstbefr.										
—a	27/8 1920	40	68	54,8	12	18	15,1	2,94	4,85	3,64
—g	»	41	64	52,6	11	17	13,5	3,00	4,09	3,82
—d	»	38	74	50,9	10	18	12,5	3,28	4,93	4,05
—22	»	32	63	46,1	10	12	11,1	3,20	5,25	4,13
—b	»	39	53	45,4	9	13	11,0	3,46	4,89	4,16
—f	»	41	55	47,0	9	13	11,0	3,73	5,10	4,29
—e	»	44	71	57,5	10	16	13,6	3,56	6,00	4,30
—h	»	43	67	55,0	10	15	12,7	3,07	5,70	4,40
—i	»	38	69	50,7	9	16	11,6	3,45	6,11	4,41
—c	»	32	64	48,3	8	12	9,8	3,82	6,00	4,94
Mittel	—	45,4	57,5	50,8	9,8	15,1	12,2	3,64	4,94	4,21
F_2 XIV—30—11	1919	73	94	83,3	15	20	17,4	4,35	5,67	4,93
F_3 XIV—30—11, selbstbefr.										
—i	2/9 1920	42	53	47,8	13	17	14,3	3,12	3,69	3,36
—d	»	45	55	49,9	12	16	14,4	3,06	4,00	3,47
—c	»	55	65	60,8	15	19	17,5	3,21	4,06	3,49
—g	»	33	45	39,2	9	12	10,5	3,30	4,09	3,74
—a	»	35	55	43,2	8	16	11,3	3,23	4,89	3,93
—h	»	47	62	53,4	12	15	13,5	3,33	4,77	3,98
—b	»	42	58	47,5	11	14	11,8	3,69	4,27	4,03
—f	»	45	57	50,8	11	15	12,7	3,21	4,75	4,03
—e	»	44	52	49,6	10	15	12,4	3,40	4,80	4,05
—j	»	51	68	58,3	11	17	14,3	3,47	4,82	4,11
Mittel	—	39,2	60,8	50,1	10,5	17,5	13,3	3,36	4,11	3,82

Pflanze	Gemessen	Länge			Breite			Relative Länge		
		Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel
F_2 XIV—30—5	1919	74	95	86,1	14	20	17,2	4,47	5,63	5,03
F_3 XIV—30—5, selbstbefr.										
—c	30/8 1920	32	54	44,1	11	19	13,7	2,67	3,67	3,24
—b	»	38	48	42,7	9	14	11,5	3,21	4,67	3,64
—g	»	33	43	38,2	8	11	9,7	3,50	5,25	3,96
—d	»	31	48	38,5	8	11	9,6	3,44	4,50	4,01
—e	»	42	57	48,6	9	15	12,2	3,46	5,11	4,04
—j	»	42	59	48,2	10	14	11,4	3,50	4,70	4,24
—h	»	35	50	43,5	9	12	10,0	3,89	5,00	4,35
—i	»	35	45	40,9	8	11	9,5	3,09	5,25	4,38
—a	»	47	69	54,6	10	15	12,3	3,92	5,00	4,45
—f	»	46	69	51,9	8	13	10,9	4,18	5,75	4,82
Mittel	—	38,2	51,9	45,1	9,5	13,7	11,1	3,24	4,82	4,11
F_2 XIV—30—13	1919	59	73	68,1	12	15	13,5	4,27	6,08	5,08
F_3 XIV—30—13, selbstbefr.										
—c	2/9 1920	28	37	32,8	7	9	7,9	3,75	4,50	4,16
—a	»	30	44	35,1	7	12	8,5	3,67	4,88	4,16
—b	»	31	45	38,1	8	11	9,1	3,60	5,00	4,21
—d	»	30	36	32,9	7	8	7,7	3,75	5,14	4,29
—f	»	33	50	39,1	7	13	8,7	3,58	6,86	4,62
—e	»	32	54	40,9	6	13	8,9	3,80	5,75	4,68
Mittel	—	32,8	40,9	36,5	7,7	9,1	8,5	4,16	4,68	4,35
F_2 XIV—30—12	1919	69	90	80,3	13	18	15,2	4,29	6,08	5,32
F_3 XIV—30—12, selbstbefr.										
—c	2/9 1920	40	51	48,1	10	16	11,8	3,38	4,70	4,10
—a	»	39	53	42,7	8	13	9,3	4,08	5,38	4,70
—b	»	37	57	43,3	7	13	8,8	4,08	6,14	5,03
Mittel	—	42,7	48,1	44,7	8,8	11,8	10,0	4,10	5,03	4,61
F_2 XIV—30—3	1919	80	101	90,6	15	19	16,5	4,63	6,20	5,51
F_3 XIV—30—3, selbstbefr.										
—e	27/8 1920	39	61	45,6	12	17	13,2	2,93	3,92	3,40
—f	»	46	55	50,6	12	15	13,6	3,20	4,58	3,56
—g	»	47	75	54,4	11	16	13,5	3,43	4,69	4,04
—d	»	46	58	52,4	8	15	13,2	3,13	5,75	4,07
—h	»	30	45	36,9	8	9	8,8	3,56	5,11	4,19
—c	»	39	52	46,7	9	14	11,2	3,14	5,44	4,30
—a	»	36	52	45,7	8	12	10,4	4,00	5,38	4,41
—b	»	32	59	43,8	8	13	8,9	3,09	5,50	4,64
— 4	»	43	57	51,2	9	12	10,8	4,30	5,30	4,75
—10	»	30	64	44,6	7	10	9,2	3,00	7,00	4,95
Mittel	—	36,9	54,4	47,2	8,8	13,6	11,3	3,40	4,95	4,23

Pflanze	Gemessen	Länge			Breite			Relative Länge		
		Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel
F_2 XIV—30—9	1919	85	101	93,2	15	18	16,6	4,72	6,06	5,63
F_3 XIV—30—9, selbstbefr.										
—g	1/9 1920	38	60	46,2	10	14	12,0	3,45	4,91	3,85
—c	»	49	68	60,1	12	18	14,8	3,59	4,85	4,10
—h	»	42	58	50,4	10	14	11,6	3,82	5,30	4,37
—e	»	49	65	59,4	11	16	13,4	3,75	5,00	4,47
—b	»	47	64	55,7	11	15	12,4	3,62	5,18	4,52
—28	»	47	67	51,7	7	14	10,8	3,92	7,57	4,97
—a	»	45	77	58,0	9	14	11,4	4,09	5,60	5,10
—12	»	34	73	51,2	7	13	9,8	4,25	6,20	5,22
—d	»	53	64	57,9	10	14	11,1	3,93	5,82	5,26
—f	»	52	63	56,8	9	13	10,8	4,54	6,00	5,29
Mittel	—	46,2	60,1	54,7	9,8	14,8	11,8	3,85	5,29	4,72
F_2 XIV—30—10	1919	85	94	89,9	12	18	15,5	4,89	7,58	5,90
F_3 XIV—30—10, selbstbefr.										
—g	1/9 1920	46	65	54,7	11	15	12,1	4,18	5,08	4,53
—h	»	45	75	55,4	10	18	12,1	3,83	5,40	4,61
—20	»	45	61	54,8	10	15	11,9	3,64	6,00	4,69
—a	»	46	83	56,6	10	15	12,0	3,83	5,53	4,72
—c	»	44	65	53,9	9	14	10,7	4,00	6,22	5,08
—i	»	42	63	49,5	8	12	9,7	4,36	5,63	5,12
—d	»	41	57	47,2	7	11	9,2	4,36	5,86	5,20
—b	»	46	68	56,6	9	13	11,0	3,83	6,80	5,23
—f	»	51	79	59,4	9	14	11,2	4,38	6,22	5,36
—e	»	50	82	61,7	10	13	10,7	4,55	7,20	5,76
Mittel	—	47,2	61,7	55,0	9,2	12,1	11,1	4,53	5,76	5,03
F_2 XIV—30—6	1919	80	108	97,4	15	20	16,4	5,33	6,53	5,95
F_3 XIV—30—6, selbstbefr.										
—a	31/8 1920	48	74	62,3	10	18	15,3	3,60	4,80	4,10
—d	»	32	46	40,6	8	11	9,4	3,90	5,13	4,33
—e	»	32	62	43,2	7	12	8,8	4,00	6,50	4,90
—b	»	36	48	41,1	7	10	8,4	4,00	6,00	4,95
—c	»	43	59	50,6	8	12	9,5	4,75	5,90	5,35
—f	»	47	62	55,6	8	11	9,8	5,30	5,88	5,68
—g	»	45	50	47,0	7	8	7,4	5,63	6,86	6,38
Mittel	—	40,6	62,3	48,6	7,4	15,3	9,8	4,10	6,38	5,10
F_2 XIV—30—1	1919	65	80	74,0	11	13	12,1	5,15	6,67	5,96
F_3 XIV—30—1, selbstbefr.										
—25	27/8 1920	37	52	43,2	7	11	9,5	3,80	5,67	4,60
—a	»	32	53	42,4	7	11	8,8	4,25	5,30	4,79

Pflanze	Gemessen	Länge			Breite			Relative Länge		
		Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel
F_3 XIV—30—1, selbstbefr.										
—f	$^{27}/_{8}$ 1920	31	50	35,3	7	10	8,1	4,13	5,56	4,85
—d	»	41	65	52,8	9	12	10,3	4,10	5,91	5,13
—e	»	36	50	41,5	7	10	8,1	4,50	5,63	5,14
—g	»	32	55	40,7	6	12	7,7	4,57	6,17	5,36
—b	»	38	61	47,2	7	12	8,8	4,58	6,86	5,49
—c	»	31	59	46,5	7	11	8,4	4,93	6,75	5,56
Mittel	—	35,3	52,8	43,7	7,7	10,3	8,7	4,60	5,56	5,12

den Mitteln in Länge und Breite der beiden Jahren 1919 und 1920 viel grösser ist als der Unterschied zwischen den Mitteln der relativen Länge, wo er fast gleich Null ist. *Dies zeigt, dass die relative Länge ein weniger modifizierbarer Charakter als die absolute Länge und Breite ist.* Da die Nachkommen der beiden *P*-Pflanzen keinen grossen Unterschied zeigen, wird man die Spaltung in F_2 durch die Annahme verschiedener Gene und intermediärer F_1-Formen erklären können.

Bei der *Kreuzung VI* (1917—9—6 × 1917—13—5, Tab. 41—43) sind nur wenige Messungen ausgeführt worden. Es konnte aber auch hier eine genotypische Spaltung in F_2 nachgewiesen werden. 4 F_2-Pflanzen wurden 1919 gemessen und selbstbestäubt, und 1920 wurden ihre Nachkommen gemessen. Es zeigte sich, dass die F_3-Generationen den entsprechenden F_2-Pflanzen ähnelten. Eine genotypische Spaltung war also hier sicher vorhanden. Die F_2-Pflanze VI—2—4 hatte zwar ein höheres Mittel als VI—2—2, während es bei den F_3-Generationen umgekehrt war, die Unterschiede waren aber in beiden Fällen nur klein und deswegen sicher nur modifikativer Natur. Interessant ist, dass *alle Mittel der F_3-Generationen kleiner als die entsprechenden der F_2-Pflanzen waren.* Diese Erscheinung ist in der folgenden Kreuzung XIV noch deutlicher und wird wohl ein Einfluss der verschiedenen Jahren 1919 und 1920 sein.

Dass auch hier Länge und Breite ziemlich unabhängig voneinander spalten, geht daraus hervor, dass die kleinste Länge und grösste Breite bei derselben F_3-Generation vorkamen.

Best analysiert ist die *Kreuzung XIV* (1917—20—5 × 1917—17—6, Tab. 44—48), wo die früher als systematisch unsicher bezeichnete Pflanze 1917—17—6 Pollenpflanze war. Zwar habe ich von den Nachkommen

dieser Pflanze keine Messungen, da ich solche Nachkommen nie bekam, dagegen habe ich von einigen Pflanzen derselben Samenprobe Messungen ausgeführt, und diese zeigen, dass sowohl schmalblätterige als ziemlich breitblätterige vorkamen, obgleich jene zahlreicher waren. Diese *P*-Pflanze wird deswegen sehr wahrscheinlich schmalblätterig gewesen sein, während die Nachkommen der anderen *P*-Pflanze 1917—20—5 breitblätterig waren. Die F_1-Pflanzen waren schmalblätterig, und daraus wird es ziemlich sicher, dass auch die *P*-Pflanze 1917—17—6 es war. Zwei F_2-Generationen wurden gemessen. Die eine, nach der nicht gemessenen F_1-Pflanze XIV—1, war verhältnismässig wenig variabel und, obgleich es wahrscheinlich ist, dass auch hier eine genotypische Spaltung vorliegt, ist es jedoch unsicher, da F_3 bis jetzt nicht untersucht worden ist. Bei der anderen F_2-Generation, nach der gemessenen schmalblätterigen F_1-Pflanze XIV—30 (Mittel 4,15), von welchen 13 Pflanzen gemessen und selbstbestäubt wurden, war die Variabilität etwas grösser, und zwar war das Mittel viel höher als bei den Nachkommen von XIV—1, was aber wenigstens grösstenteils dadurch erklärt werden kann, dass diese 1920, jene 1919 erzogen wurde. *Den Einfluss dieses Jahres bei der Kreuzung VI habe ich schon erwähnt, er tritt auch hier scharf hervor, da alle 11 F_3-Generationen viel niedrigere Zahlen als die entsprechenden F_2-Pflanzen zeigen, während die F_2-Generation eine entsprechend höhere Zahl als die F_1-Pflanze aufweist.*

In der Tabelle 48 sind die F_3-Generationen nach der steigenden relativen Länge der F_2-Pflanzen geordnet. Wenn der Typus der F_2-Pflanze streng vererbt wird, müssen die Mittel der F_3-Generationen also auch in steigender Reihe sein. Dies ist aber nicht der Fall. Die vier F_2-Pflanzen mit den höchsten Mitteln haben zwar auch die F_3-Generationen mit den höchsten Mitteln und sogar in derselben Reihe, und dies zeigt, dass hier mit Sicherheit eine genotypische Spaltung vorliegt. Bei den ersten F_3-Generationen ist aber die Ordnung ganz anders als bei den F_2-Pflanzen. Die Unterschiede sind aber hier so klein, dass viele höchst wahrscheinlich demselben genotypischen Verhältnis zwischen Länge und Breite entsprechen, so die Mittel 4,11, 4,21, 4,23, 4,29, 4,35. Die entsprechenden F_2-Pflanzen waren also wahrscheinlich nur Modifikationen eines einzigen genotypischen Verhältnis. Das Mittel 3,82 entspricht aber sicher einem mehr breitblätterigen Typus, die Mittel 4,61 und 4,72 repräsentieren dagegen einen mehr schmalblätterigen, während die drei letzten, 5,03, 5,10, 5,12, einem noch mehr schmalblätterigen entsprechen. Wir würden also die F_3-Genera-

tion nach den Mitteln in vier Gruppen einteilen können. Da die F_3-Generationen zeigen, dass auch hier Länge und Breite selbständig variieren (36,5—55,0, bezw. 8,5—13,3), wird man die Resultate in folgender Weise erklären können.

Wenn in bezug auf Länge und Breite je ein allelomorphes Paar mit intermediärer Wirkung der Gene und völlig unabhängiger Spaltung vorhanden ist, so wird man fünf Gruppen von Genotypen erwarten, nämlich, wenn die betreffenden Paare *S* und *s* für die Länge und *T* und *t* für die Breite bezeichnet werden, I *TTss,* II *TTSs, Ttss,* III *TTSS, TtSs, ttss,* IV *TtSS, ttSs,* V *ttSS.* Innerhalb jeder Gruppe wird die relative Länge dieselbe sein, die absolute Länge und Breite werden dagegen verschieden sein können. Dies ist auch in meinen Gruppen der Fall, da z. B. in der einen Gruppe die Nachkommen von XIV—30—2 eine mittlere Länge von 50,8 und eine mittlere Breite von 12,2 aufweisen, während die entsprechenden Zahlen bei den Nachkommen von XIV—30—13 36,5 und 8,5 waren. Die Mittel der relativen Länge waren 4,21 bezw. 4,35, also ziemlich gleich. In der meist schmalblätterigen Gruppe kamen die Mittel 43,7 und 8,7 (XIV—30—1) bezw. 55,0 und 11,1 (XIV—30—10) vor, also eine ähnliche Differenz, obgleich die relative Länge auch hier fast dieselbe, 5,12 bezw. 5,03, war.

Wenn diese Erklärung richtig ist, würde man unter 16 F_2-Pflanzen 1 von der Gruppe I, 4 der Gruppe II, 6 der Gruppe III, 4 der Gruppe IV und 1 der Gruppe V erwarten. Da das niedrigste F_3-Mittel 3,82 höher als das Mittel der Nachkommen der breitblätterigen *P*-Pflanze (3,46) war, wird diese F_2-Pflanze wahrscheinlich der Gruppe II gehören, und keine F_2-Pflanze der Gruppe I würde also untersucht worden sein. Andererseits ist das höchste F_3-Mittel 5,12 nur wenig unterhalb des höchsten Mittels der Pflanzen aus derselben Samenprobe wie die schmalblätterige *P*-Pflanze, 5,29, und diese F_2-Pflanze wird deswegen wahrscheinlich der Gruppe V gehören. Dann würden also die gefundenen Zahlen in F_2 0 der Gruppe I, 1 der Gruppe II, 5 der Gruppe III, 2 der Gruppe IV und 3 der Gruppe V sein, während theoretisch 0,6875, 2,75, 4,125, 2,75 bezw. 0,6875 zu erwarten waren. Die Übereinstimmung ist bei der kleinen Zahl ziemlich gut, und die Erklärung *kann* deswegen richtig sein. Ob sie es ist, wird aber erst nach viel grösseren Versuchen mit Sicherheit konstatiert werden können. Wahrscheinlich sind aber nur wenig Gene, die auf die Blattform einwirken, vorhanden, obgleich es sehr wohl möglich ist, dass auch hier die kontinuierliche Variabilität teilweise durch Polymerie

in der von NILSSON-EHLE in seinen berühmten Untersuchungen (1909) zuerst nachgewiesenen Weise zustande kommt.

In vielen F_3-Generationen ist die Variabilität so gross, dass man eine genotypische Spaltung annehmen muss. Eine solche würde natürlich auch theoretisch oft zu erwarten sein. Mit Sicherheit kann man dies aber erst nach der Untersuchung der entsprechenden F_4-Generationen nachweisen, da es sonst nicht möglich ist zu entscheiden, was Modifikation und was genotypische Spaltung ist.

Aus dieser Untersuchung über die Blattform geht also hervor, dass es verschiedene vererbbare Formtypen gibt, dass diese dadurch zustande kommen, dass Gene für Länge und Breite mehr oder weniger frei kombiniert werden können, dass Heterozygoten mehr oder weniger intermediär sind, dass nach Kreuzungen genotypische Spaltung in F_2 vorkommt und dass diese Spaltung von verhältnismässig wenigen Genen verursacht wird.

WUCHS.

Die Art *Whitneyi* kann im Wuchs sehr verschieden sein, und es kommen viele Typen vor, die aber schwer zu beschreiben und auch oft schwer abzugrenzen sind. Ein verhältnismässig gut abgegrenzter Typus ist der niedrige, dichte, oft fast kugelige mit sehr kurzen Internodien, die z. B. von den Pflanzen III—2—2, Fig. 5, und III—6—2, Fig. 11, repräsentiert wird. Über diesen Typus habe ich einige genetische Untersuchungen ausgeführt, die die Art ihrer Vererbung klar machen. Er wird im folgenden den »dichten» Typus genannt, während die höhere, lockere Form den »lockeren» bezeichnet wird.

Kreuzung IV, 1917—8—6 × 1917—1—7.

Die *P*-Pflanze 1917—8—6 hatte eine Nachkommenschaft, die aus 9 dichten Pflanzen bestand, die Nachkommen der anderen *P*-Pflanze waren alle, etwa 30, mehr oder weniger locker. Diese Kreuzung war also *dicht* × *locker*. Die F_1-Pflanzen waren alle mehr oder weniger locker, und in F_2 trat Spaltung in dichte und mehr oder weniger lockere ein. Die Zahlen waren 1919 56 locker und 21 dicht, 1920 20 locker und 6 dicht, also zusammen 76 locker und 27 dicht. Nach dem Verhältnis 3 : 1 waren $77{,}_{25}$ bezw. $25{,}_{75} \pm 4{,}_{395}$ zu erwarten, und die gefundenen Zahlen zeigen also eine gute Übereinstimmung mit den theoretischen. Es dominierte in dieser Kreuzung also locker über dicht, obgleich diese Dominanz wohl nicht vollständig war. Wahrscheinlich nehmen die Heterozygoten eine Zwischenstellung ein. Die

Spaltung in F_2 war deutlich monohybrid und nur ein Gen war also an dieser Spaltung, wenigstens in bezug auf den Hauptunterschied, beteiligt.

Kreuzung XVII, 1917—26—a × 1917—32—a und *Kreuzung XX,* 1917—32—a × 1917—26—a. Diese sind reziproke Kreuzungen.

Fig. 5. F_2-Pflanzen nach III—2 (III—2—1, III—2—2, III—2—3).

Fig. 6. F_2-Pflanzen nach III—2 (III—2—5, III—2—6, III—2—7).

Die Nachkommen von 1917—26—a waren mehr oder weniger locker (etwa 30), die von 1917—32—a waren dagegen alle 31 dicht. Die Kreuzungen waren also locker × dicht (XVII) und dicht × locker (XX). In beiden waren die F_1-Pflanzen locker und trat in F_2 eine Spaltung ein. Die Zahlen in F_2 waren nach XVII—1 17 locker und 3

dicht, nach XX—2 13 locker und 9 dicht. Wenn beide diese F_2-Generationen zusammen genommen werden, sind also die Zahlen 30 locker und 12 dicht, während nach dem Verhältnis 3 : 1 31,5 : 10,5 zu erwarten waren. Auch hier ist also die Übereinstimmung zwischen den gefundenen und den theoretischen Zahlen sehr gut, und die Spaltung war also auch hier monohybrid.

Kreuzung III, 1917—5—4 × 1917—26—a.

Die Nachkommen von 1917—26—a waren, wie schon erwähnt, locker, über den Wuchstypus der Nachkommen von 1917—5—4 habe ich 1918, als ich 62 Individuen hatte, leider keine Notizen gemacht, und 1920, als ich einen neuen Aussaat machte, waren die Pflanzen so wenig und ausserdem wegen später Auspflanzung so schwach, dass es nicht möglich war, den Wuchstypus zu bestimmen.

Die F_1-Pflanzen waren wahrscheinlich mehr oder weniger locker, obgleich ich auch hierüber 1918 keine Notizen machte und 1920 den Typus nicht sicher feststellen konnte. In verschiedenen F_2-Generationen trat aber eine Spaltung ein, wobei Pflanzen vom dichten Typus ausgespaltet wurden. In der Nachkommenschaft von III—2 wurden die Zahlen festgestellt und diese waren 131 locker und 38 dicht. Nach dem Verhältnis 3 : 1 waren 126,75 : 42,25 ± 5,629 zu erwarten. Diese Spaltung war also deutlich monohybrid. Die Fig. 5 und 6 zeigen verschiedene Pflanzen aus dieser Nachkommenschaft. Auch in F_2 nach III—4 und III—6 trat eine ähnliche Spaltung ein, wie die Fig. 7—12 zeigen, eine Zählung wurde hier aber nicht ausgeführt. Diese Ausspaltung von Pflanzen des dichten Typus zeigt, dass die *P*-Pflanze 1917—5—4 entweder dicht oder heterozygotisch locker gewesen ist.

Da ich 1920 mehrere F_3-Generationen dieser Kreuzung erzog, habe ich den Wuchstypus dieser F_3-Pflanzen mit denjenigen der entsprechenden F_2-Pflanze verglichen um in dieser Weise festzustellen, ob diese ausgespalteten dichten Formen wirklich konstant waren, wie man bei einem rezessiven Typus erwarten müsste. Das Resultat war folgendes.

Die	dichte	F_2-Pflanze	III—2—2	hatte	22	dichte	Nachkommen.
»	»	»	III—2—8	»	22	»	»
»	»	»	III—2—13	»	7	»	»
		»	III—4—15	»	22	»	»
»	»	»	III—4—17	»	24	»	»
»	»	»	III—6—2	»	13	»	»
»	»	»	III—6—4	»	17	»	»

Fig. 7. F_2-Pflanzen nach III—4 (III—4—1, III—4—2, III—4—3, III—4—5).

Fig. 8. F_2-Pflanzen nach III—4 (III—4—6, III—4—7, III—4—8, III—4—9, III—4—10).

Fig. 9. F_2-Pflanzen nach III—4 (III—4—11, III—4—12, III—4—13, III—4—14).

Die lockere F_2-Pflanze III—2—3 hatte 28 lockere Nachkommen.
» » » III—2—10 » 13 » » »
» » » III—4—16 » 18 » » »
» » » III—6—1 » 13 » und 3 dichte Nachkommen.

Die lockere F_2-Pflanze III—6—3 hatte 19 lockere Nachkommen.

Die ziemlich lockere F_2-Pflanze III—2—6 hatte 10 lockere, 5 dichte Nachkommen.

Die ziemlich lockere F_2-Pflanze III—2—7 hatte 14 lockere, 4 dichte Nachkommen.

Hieraus geht hervor, dass alle die 7 dichten F_2-Pflanzen nur dichte Nachkommen hatten, wie nach der Theorie zu erwarten war. Zwar waren sie nicht völlig gleich sondern ein wenig verschieden, dies war aber wahrscheinlich nur Modifikation, und sie waren immer von den ausgeprägt lockeren sehr leicht und meistens auch von den Zwischenformen sicher zu unterscheiden. Von den lockeren hatten 4 nur lockere Nachkommen und waren also Homozygoten, während die 3 anderen in F_3 wieder aufspalteten und zwar ungefähr im Verhältnis 3 : 1. Zusammen waren hier 37 locker und 12 dicht vorhanden, während die berechneten Zahlen 36,75 bezw. 12,25 waren, und die Übereinstimmung ist also so gut, wie es überhaupt möglich ist. Zwei dieser F_2-Pflanzen mit spaltenden Nachkommenschaften waren weniger locker als die homozygotisch lockeren, die dritte (III—6—1) dagegen war, wie die Fig. 11 zeigt, ausgeprägt locker. Es ist deswegen wohl oft aber sicher nicht immer möglich, die homozygotisch und die heterozygotisch lockeren schon phaenotypisch zu unterscheiden. Höchst wahrscheinlich kommen aber auch andere Gene vor, die den lockeren Typus verändern.

Die Resultate auch dieser Kreuzung bestätigen also den Schluss, dass locker über dicht mehr oder weniger vollständig dominiert und dass die Spaltung in F_2 in dieser Beziehung monohybrid ist.

Kreuzung X, 1917—20—5 × 1917—1—5.

Auch hier sind die Nachkommen der einen *P*-Pflanze, 1917—1—5, in bezug auf den Wuchstypus nicht untersucht worden. Die Nachkommen von 1917—20—5 waren aber mehr oder weniger locker. Auch die F_1-Pflanzen waren mehr oder weniger locker, und in F_2 trat eine Spaltung in lockere und dichte ein. Die Zahlen in F_2 wurden nicht festgestellt, einige F_2-Pflanzen wurden aber selbstbestäubt und

die F_3-Pflanzen in bezug auf den Wuchstypus untersucht mit dem folgenden Resultat.

Die dichte F_2-Pflanze X—2—5 hatte 11 dichte Nachkommen.
» » » X—2—7 » 27 » »

Fig. 10. F_2-Pflanzen nach III—4 (III—4—15, III—4—16, III—4—17, III—4—18).

Fig. 11. F_2-Pflanzen nach III—6 (III—6—3, III—6—2, III— 6—1).

Die lockere F_2-Pflanze X—2—8 hatte 9 lockere, 3 dichte Nachkommen.

Auch hier war also die dichte Form ein rezessiver, in F_3 konstanter Typus. Die F_2-Pflanze X—2—8 muss heterozygotisch gewesen sein, da ihre Nachkommenschaft im Verhältnis 3 : 1 aufspaltete.

Aus allen diesen Kreuzungen geht also hervor, dass der niedrige,

dichte, rundliche Typus dem höheren lockeren gegenüber eine rezessive Form darstellt. Bei den genauer analysierten Kreuzungen hat sich der Hauptunterschied als durch nur ein Gen verursacht gezeigt. Dieses Gen nenne ich R und sein Allelomorph r. Die *rr*-Pflanzen sind

Fig. 12. F_2-Pflanzen nach III—6 (III—6—4, III—6—5, III—6—6, III—6—7, III—6—8)

Fig. 13. Kreuzung XIV. Verwandten der *P*-Pflanzen (1917—20—5—4, 1920—317—2, 1920—317—1; 1920—317 = 1917—17).

dann alle niedrig und dicht, die *RR*-Pflanzen höher und locker, die *Rr*-Pflanzen auch locker, aber vielleicht nicht in demselben Grade wie die *RR*-Individuen. Ausser diesem Genenpaare kommen bei *Whitneyi* sicher auch andere vor, die den Wuchstypus beeinflüssen, meine Untersuchungen hierüber sind aber noch nicht abgeschlossen.

Nach Baur (1910) kommen auch bei *Antirrhinum* verschiedene Wuchstypen vor, deren Unterschiede aber teilweise durch Gene für die Blütenfarbe verursacht sind. Um festzustellen, ob dies auch bei *Go-*

Fig. 14. Kreuzung XIV. Eine F_3-Pflanze (XIV—30—10—20) und zwei F_1-Pflanzen (1920—216—1, 1920—216—2).

Fig. 15. F_2-Pflanzen nach XIV—1 (XIV—1—10, XIV—1—17, XIV—1—18).

detia der Fall ist, habe ich in einigen Fällen die Blütenfarben der verschiedenen Typen notiert.

In der *Kreuzung IV* trat in F_2 gleichzeitig Spaltung in der Blütenfarbe und im Wuchstypus ein. Die Zahlen waren im Jahre 1920:

locker, rot, Seitenränder hell 17, nach dem Verhältnis 9 : 3 : 3 : 1 berechnet 14,625,

locker, rot 3, nach dem Verhältnis 9 : 3 : 3 :1 berechnet 4,875,

dicht, rot, Seitenränder hell 3, nach dem Verhältnis 9 : 3 : 3 :1 berechnet 4,875,

dicht, rot 3, nach dem Verhältnis 9 : 3 : 3 :1 berechnet 1,625.

Fig. 16. F_2-Pflanzen nach XIV—30.

Fig. 17. F_2-Pflanze nach XIV—30, von oben gesehen.

Da also lockere und dichte von beiden Farbentypen vorkommen, kann das Gen *F* selbst nicht den Unterschied im Wuchstypus verursacht haben. Wahrscheinlich kommt auch keine Koppelung zwischen *F* und *R* oder *r* vor, da die Abweichungen vom theoretischen Verhältnis

9 : 3 : 3 :1 nur klein sind, die Zahlen sind aber zu klein um sichere Schlüsse zu erlauben.

In F_3 der *Kreuzung III* wurde auch gleichzeitig Spaltung in Farbe und Wuchs beobachtet und die Zahlen in der Tabelle 49 wurden festgestellt.

Wie aus diesen Zahlen hervorgeht, hat das Gen *E* selbst keine Einwirkung auf die Spaltung im Wuchstypus, und eine Koppelung

Fig. 18. F_3-Pflanzen nach XIV—30 (XIV—30—2—22, XIV—30—3—4, XIV—30—3—22).

Fig. 19. F_3-Pflanzen nach XIV—30 (XIV—30—1—25, XIV—30—9—12, XIV—30—9—28).

zwischen ihm und *R* oder *r* kommt sicher auch nicht vor, da die gefundenen Zahlen mit den berechneten fast völlig übereinstimmen.

Auch in den Kreuzungen XVII und XX kam gleichzeitig Spaltung in Blütenfarbe und Wuchstypus vor. Da aber die Farbenspaltung hier noch nicht genügend analysiert ist, kann ich hier nicht darauf eingehen.

Anscheinend wird also der hier in Frage kommende Unterschied

TABELLE 49. *Spaltung in Blütenfarbe und Wuchs in F_3 nach III—2.*

F_2-Pflanze	locker, rot	locker, gefleckt	dicht, rot	dicht, gefleckt
III—2—6	9	1	4	1
III—2—7	9	4	3	1
Summe	18	5	7	2
berechnet nach 9:3:3:1	18	6	6	2

im Wuchstypus nicht durch Farbengene bewirkt. Auch wird das Gen R von den Genen E und F wahrscheinlich unabhängig vererbt.

Kreuzung XIV, 1917—20—5 × 1917—17—6.

In dieser Kreuzung habe ich die früher erwähnte systematisch unsichere Pflanze 1917—17—6 als eine *P*-Pflanze benutzt. Sie hatte einen ziemlich dichten Typus mit langen Zweigen und langem lockeren Blütenstand, *war also dem früher erwähnten dichten Typus nicht ähnlich.* Die Nachkommen von 1917—20—5 waren, wie schon erwähnt, locker. Die F_1-Pflanzen waren verschieden, einige ziemlich dicht, andere dagegen locker (Fig. 14). Zwei wurden selbstbestäubt, leider habe ich aber den Wuchstypen dieser beiden nicht genau notiert und die Pflanzen auch nicht photographiert, da ich erst im folgenden Jahre das Photographieren begann. Die F_2-Generation nach der einen Pflanze XIV—1 zeigte eine deutliche Spaltung in lockere und dichte Pflanzen, wie die Fig. 15 zeigt und wie auch zu erwarten war. Die F_2-Generation nach der anderen F_1-Pflanze XIV—30 bestand dagegen fast nur aus niedrigen, dichten, zuweilen auf dem Boden ausgebreiteten Individuen (Fig. 16 und 17). Es kamen zwar kleinere Verschiedenheiten vor, wirklich lockere Individuen waren aber kaum vorhanden, obgleich der etwas dichte Stand vielleicht die richtige Ausbildung des Typus etwas erschwerte. In F_3 kamen kleine aber deutliche Verschiedenheiten zwischen den Generationen, die zuweilen ziemlich homogen waren, zuweilen deutlich spalteten, vor, wie die Fig. 14, 18 und 19 zeigen. Eine genotypische Spaltung muss also auch hier in F_2 vorhanden gewesen sein, obgleich nicht so deutlich wie nach XIV—1. Während also die Resultate nach XIV—1 der Erwartung völlig entsprachen, sind die Resultate nach XIV—30 noch unerklärt. Wahrscheinlich wird diese F_1-Pflanze dichter als XIV—1 gewesen sein, da ja die F_1-Pflanzen verschieden waren, da aber die Nachkommen von 1917—20—5 locker waren, würde man jedoch auch nach XIV—30 eine deutliche Spaltung erwartet haben. Das Ausbleiben einer solchen

würde man aber durch die Annahme von mehreren Genen erklären können. Ob dies die richtige Erklärung ist oder nicht, wird hoffentlich durch weitere Versuche festgestellt werden können.

B. VERSUCHE MIT G. AMOENA.

BLÜTENFARBE.

Von der Art *amoena* habe ich in meinen Kreuzungen drei verschiedene Blütentypen gehabt (Fig. 20).

Typus I: rosa, mit einem violettroten Fleck quer über die Mitte des Kronenblattes, im folgenden »Querfleck» genannt (Taf. I, Fig. 20).

Typus II: rosa, mit einem roten Fleck an der Basis des Kronenblattes, im folgenden »Basalfleck» genannt (Taf. I, Fig. 21).

Typus III: rosa, mit sowohl Querfleck als Basalfleck (Taf. I, Fig. 22).

Alle drei Typen waren also rosa, und diese Farbe besassen auch alle ihre Nachkommen, sowohl nach Selbstbestäubung als nach Kreuzungen untereinander.

Zwischen den Typen III und II wurde eine Kreuzung ausgeführt, nämlich Kreuzung IX, 1917—16—4 × 1917—15—10. Die *P*-Pflanze vom Typus III (1917—16—4) hatte eine Nachkommenschaft, die aus 9 Pflanzen vom Typus I, 13 vom Typus II und 12 vom Typus III bestand. Während die Spaltung in bezug auf den Basalfleck ungefähr das Verhältnis 3 : 1 (25 : 9) zeigt, ist das Verhältnis in bezug auf den Querfleck etwa 1,6 : 1 (21 : 13). Auch bei einer anderen selbstbestäubten Pflanze (1917—30—a) war ein ähnliches Resultat vorhanden (9 : 29 : 34), und ich habe deswegen vermutet, dass hier eine unregelmässige Spaltung vorliegen könnte. Wie ich schon erwähnt (S. 146), waren die Zahlen aber rein zufällig oder durch eine schwache Selektion entstanden, da bei späterer Keimung der Samen in Petrischalen andere Verhältnisse erhalten wurden. Von den Nachkommen von 1917—16—4 wurden wieder zwei mit dem Typus III selbstbestäubt und diese gaben wieder Spaltung, bei 1917—16—4—22 in 70 vom Typus I, 69 vom Typus II und 136 vom Typus III, bei 1917—16—4—13 in 54 vom Typus I, 65 vom Typus II und 116 vom Typus III. Das Verhältnis war also hier in bezug auf jeden Fleck für sich etwa 3 : 1, in bezug auf beide gleichzeitig 1 : 1 : 2. Pflanzen ohne Flecke kamen nicht vor.

Die andere *P*-Pflanze vom Typus II hatte Nachkommen, die alle 33 von demselben Typus waren.

Die F_1-Pflanzen waren entweder vom Typus II (5) oder vom Typus III (6). Eine Spaltung trat also ein in bezug auf den Querfleck, nicht aber in bezug auf den Basalfleck. Dies ist mit der Erwartung übereinstimmend, da der Querfleck bei 1917—16—4 heterozygotisch, der Basalfleck bei 1917—15—10 dagegen homozygotisch vorhanden war.

Drei F_1-Pflanzen vom Typus II (IX—5, IX—9, IX—31) wurden selbstbestäubt, gaben aber nur Pflanzen desselben Typus in der Gesamtzahl von 335 (158 + 139 + 38). Drei F_1-Pflanzen vom Typus III (IX—1, IX—27, IX—30) wurden selbstbestäubt, sie gaben aber alle wieder Spaltung in die drei Typen. Die Zahlen der einzelnen Pflanzen sind in der Tabelle 50 angegeben, zusammen waren sie 52

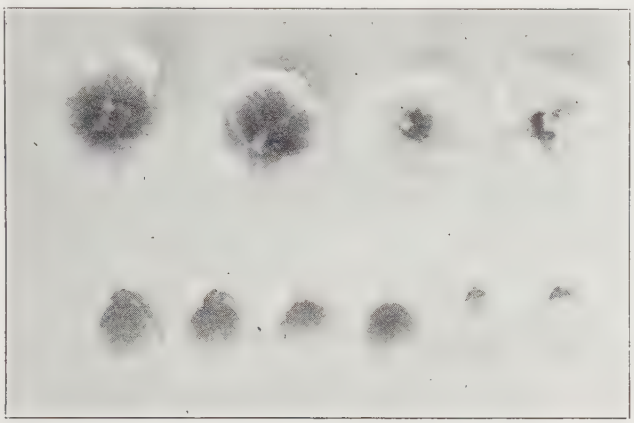


Fig. 20. Farbentypen von *amoena*. Einfache und gefüllte Blüten.

vom Typus I, 71 vom Typus II und 134 vom Typus III und zeigten also ungefähr das Verhältnis 1 : 1 : 2, nach welchem $64{,}25 \pm 6{,}942$, $64{,}25 \pm 6{,}942$ bezw. $128{,}5 \pm 8{,}016$ berechnet waren.

Einige F_2-Pflanzen wurden auch selbstbestäubt, und hier gaben drei vom Typus I (IX—1—11, IX—1—13, IX—1—14) nur Pflanzen von diesem Typus in der Gesamtzahl von 149 (90 + 23 + 36), während drei vom Typus III (IX—1—1, IX—1—2, IX—1—3) wieder Spaltung gaben und zwar alle zusammen in 67 vom Typus I, 53 vom Typus II und 120 vom Typus III, also auch hier ungefähr im Verhältnis 1 : 1 : 2. Berechnet waren $60 \pm 6{,}708$, $60 \pm 6{,}708$ bezw. $120 \pm 7{,}746$. Die Zahlen der einzelnen Pflanzen sind in der Tabelle 50 mitgeteilt.

Aus diesen Resultaten geht also hervor, dass alle untersuchten Pflanzen von den Typen I und II bei Selbstbestäubung nur Pflanzen von demselben Typus gaben und also anscheinend homozygotisch waren, während alle vom Typus III wieder spalteten und zwar in alle drei Typen und ungefähr im Verhältnis 1 : 1 : 2. Die Zahlen in allen Nachkommenschaften von Pflanzen vom Typus III in der Verwandtschaft der Kreuzung IX sind in der Tabelle 50 zusammengestellt, und die nach dem Verhältnis 1 : 1 : 2 berechneten sind auch darin angegeben. Die Übereinstimmung zwischen den gefundenen und den berechneten Zahlen ist bei der Summe sehr gut, da die Abweichungen kleiner als die mittleren Fehler sind, und auch bei den meisten Einzelzahlen ist die Übereinstimmung nicht schlecht.

TABELLE 50.

Pflanze	Gefunden			Berechnet	
	Typus I	Typus II	Typus III	Typus I oder II	Typus III
IX—1	24	48	86	$39{,}5 \pm 5{,}443$	$79 \pm 6{,}285$
IX—27	14	11	29	$13{,}5 \pm 3{,}182$	$27 \pm 3{,}674$
IX—30	14	12	19	$11{,}25 \pm 2{,}905$	$22{,}5 \pm 3{,}354$
IX—1—2	23	17	40	$20 \pm 3{,}873$	$40 \pm 4{,}472$
IX—1—3	19	13	40	$18 \pm 3{,}674$	$36 \pm 4{,}243$
IX—1—4	25	23	40	$22 \pm 4{,}062$	$44 \pm 4{,}690$
1917—16—4—13	54	65	116	$58{,}75 \pm 6{,}638$	$117{,}5 \pm 7{,}665$
1917—16—4—22	70	69	136	$68{,}75 \pm 7{,}181$	$137{,}5 \pm 8{,}292$
Summe	243	258	506	$251{,}75 \pm 13{,}741$	$503{,}5 \pm 15{,}867$

Von den in dieser Kreuzung gefundenen Regeln, dass die Typen I und II immer homozygotisch sind und der Typus III alle drei Typen wieder ausspaltet, habe ich in meinem Material zwei Ausnahmen gefunden, die aber vielleicht nur scheinbar sind. Eine Pflanze wurde als vom Typus I notiert, gab aber bei Selbstbestäubung Nachkommen aller drei Typen. Hier liegt sicher, wie ich schon in der vorläufigen Mitteilung vermutete (Rasmuson 1919) ein Beobachtungsfehler vor. Der kleine und oft geschwächte, immer neben den mehr violettroten grösseren Querfleck wenig hervortretenden Basalfleck ist sicher ganz einfach übersehen worden, da ich damals am Anfang der Untersuchungen stand und die Bedeutung der Typen noch nicht wusste. Die andere Ausnahme war die Pflanze 1917—28—10, die selbst vom Typus III war, aber Nachkommen von nur zwei Typen, I (8) und III (19), besass. Hier würde man ja auch Pflanzen vom Typus II er-

wartet haben, ihr Fehlen kann aber durch die kleine Zahl der Individuen erklärt werden.

Wenn man annimmt, dass diese letzte Ausnahme nur scheinbar ist, wird man vielleicht glauben aus den Resultaten dieser Kreuzung IX den Schluss ziehen zu können, dass alle Individuen vom Typus III Heterozygoten sind und bei Selbstbestäubung alle drei Typen ausspalten und zwar im Verhältnis 1 : 1 : 2. Dieses Verhältnis kommt zu stande, wenn nur ein allelomorphes Paar an der Spaltung beteiligt ist. Man würde dann auch annehmen müssen, dass das Gen für den Querfleck, das ich *K* nenne, und das Gen für den Basalfleck, das ich *L* nenne, Allelomorphe sind. Da aus den Kreuzungen mit *Whitneyi* (siehe Artkreuzungen, Blütenfarbe) hervorgeht, dass auch mit ungefleckten Typen Typus I und II in F_2 das einfache monohybride Verhältnis (hier aber in der Form von 3 : 1) geben, würde hier ein Fall multipler Allelomorphismus vorliegen. Solche Fälle sind in den letzten Jahren bei mehreren Pflanzen und Tieren konstatiert worden. Zwar sind einige Fälle, die zuerst als solche gedeutet wurden, nur partielle Koppelungen, wie z. B. Dexter (1918) in bezug auf das von Nabours (1917 a, 1917 b) festgestellte Gen *I* in *Paratettix* hervorgehoben hat. Auch ist einer der logischen Gründe für die multiple Allelomorphismus, dass eine Mutation nicht gleichzeitig in zwei Loci vorkommen könne (Morgan, Sturtevant, Muller and Bridges 1915) jetzt wertlos, da Nilsson-Ehle (1920) nachgewiesen hat, dass nahe gekoppelte Gene gleichzeitig mutieren können. Jedoch sind in mehreren Fällen so grosse Zahlen, und zwar bei Rückkreuzungen, erhalten, dass man nicht annehmen kann, dass hier nur partielle Koppelungen vorliegen, sondern wirklich multiple Allelomorphismus annehmen muss, da die Gene sich immer als Allelomorphe verhalten. In meinem jetzt erwähnten Material waren die Zahlen aber gar zu klein um einen sicheren Schluss in dieser Beziehung zu erlauben. Es wurden zusammen nur 1007 Nachkommen von Pflanzen vom Typus III erhalten, und dies würde kaum genügen um eine Koppelung vom Typus 1 *KL* : 15 *Kl* : 15 *kL* : 1 *kl* nachzuweisen. Es würde dann nur eine nichtgefleckte Pflanze unter 1024 auftreten, und das Fehlen dieser unter 1007 Individuen beweist nicht, dass eine Koppelung von etwa diesem Typus nicht stattfand. Ich habe aber auch eine Kreuzung einer Pflanze vom Typus III mit einer ungefleckten *Whitneyi*-Pflanze ausgeführt. Es wurden sowohl 1918 als 1920 mehrere solche Bastarde erzogen, und zwar 1918 14 vom Typus I, 2 vom Typus II, 1920 30 vom Typus I, 18 vom Typus II. *Es trat also keine einzige Pflanze vom Typus III oder ohne*

beide Flecke auf. Die Zahlen weichen zwar von den nach dem Verhältnis 1 : 1 zu erwartenden stark ab, die Abweichung kann aber nur zufällig sein. Die Hauptsache ist aber, dass unter 64 Pflanzen keine vom Typus III oder ungefleckte vorkam. Bei dem Gametenverhältnis 1 *KL* : 63 *Kl* : 63 *kL* : 1 *kl* würde man eine Pflanze von irgendeiner dieser Typen erwarten, da keine vorkam, ist es sehr wahrscheinlich, dass die Koppelung wenigstens von dieser Stärke sein muss. Dies wird noch wahrscheinlicher, wenn man auch das Resultat bei Selbstbestäubung berücksichtigt. Es sind aber Fälle von noch höherer partieller Koppelung bekannt, so unter Pflanzen bei *Lathyrus,* wo das Gametenverhältnis 1 : 127 : 127 : 1 vorkommt (Punnett 1913).

Mein Material ist also noch zu klein um feste Schlüsse darüber zu erlauben, ob multiple Allelomorphismus oder nur eine hohe partielle Koppelung vorliegt. Da die Möglichkeit besteht, dass bei grösseren Zahlen »crossing-over» vorkommen kann, und auch das Resultat der Selbstbestäubung von 1917—28—10 dafür spricht, dass hier keine multiple Allelomorphismus vorhanden ist, so finde ich es vorläufig richtiger, die beiden betreffenden Gene mit *K* und *L* zu bezeichnen, während bei multipler Allelomorphismus *K* und K_1 besser wäre. Die Pflanzen vom Typus I sind also *KKll,* selten *Kkll,* die vom Typus II *kkLL,* selten *kkLl,* und die vom Typus III meistens *KkLl,* seltener *KKLl* oder *KkLL.* Die Pflanze 1917—28—10 würde dann *KKLl* sein können. Durch weitere Versuche hoffe ich feststellen zu können, ob dies die richtige Deutung der Tatsachen ist.

In der Nachkommenschaft von IX—27 trat eine Pflanze auf, die sowohl Blüten vom Typus III als auch solche vom Typus II besass. Meistens trugen ganze Zweige nur den einen Typus, wie die Fig. 21 schematisch zeigt, nur an einem Zweig sass ganz unten eine Blüte vom Typus III, während die übrigen Blüten dieses Zweigs alle den Typus II hatten. Auch waren alle Zweige mit dem einen Blütentypus nach der einen Seite, die mit dem anderen nach der anderen Seite gerichtet. Die Verteilung der Blütentypen war also derart, wie sie bei einer sektorialen Chimäre vorkommt. Leider gelang es mir nicht reife Samen von den beiden Blütentypen zu bekommen, da die Pflanze vor der Untersuchung herausgerissen war. Ein Versuch durch Kultur der Zweige in Wasserlösungen Samen von geselbsteten Blüten zu erhalten gelang auch nicht. Ich halte es jedoch für sehr wahrscheinlich, dass die Blüten wirklich verschiedene Genotypen besassen und nicht nur Modifikationen waren, da ich ähnliche Modifikationen nie gefunden habe.

Die Entstehung solcher Chimären kann in zweierlei Weise erklärt werden. Entweder kam eine vegetative Spaltung oder eine Mutation vor. Die hier erwähnte Chimäre hätte vielleicht die Konstitution *KkLL* haben können, da aber solche Pflanzen in dem betreffenden Material nicht oder nur sehr selten vorkommen konnten, ist dies sehr unwahrscheinlich. Höchst wahrscheinlich war sie *KkLl*. Bei einer vegetativen Spaltung würde man dann erwarten, dass der eine Teil *Kl*, der andere *kL* sein würde, und also die Blütentypen I und II auftreten würden. Dies stimmt aber nicht mit den Tatsachen, da die vorkommenden Blütentypen II und III waren.

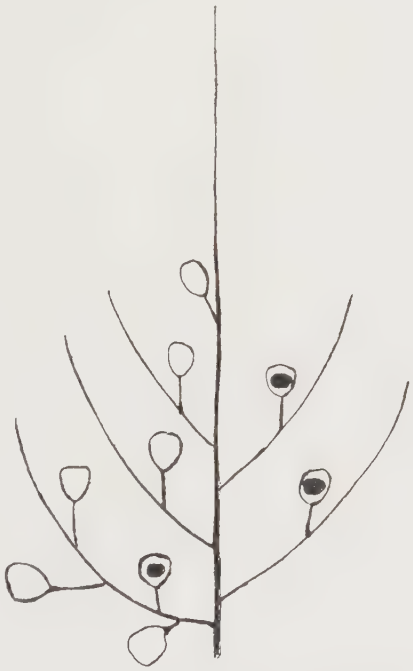


Fig. 21. Chimäre in F_2 nach IX—27, schematisch.

Eine Mutation würde in der Weise entstehen können, dass in einer Zelle von der Konstitution *KkLl* *K* in *k* verwandelt wird. Dann würden die aus dieser Zelle entstehenden neuen Zellen *kkLl*, alle übrigen dagegen *KkLl* werden. Die beiden Blütentypen II und III würden in dieser Weise erhalten werden, was auch tatsächlich der Fall war. Vorläufig betrachte ich deswegen eine Mutation als die wahrscheinlichste Erklärung der Entstehung dieser Chimäre. Wie in den meisten anderen Fällen würde auch diese Mutation eine Veränderung eines dominanten in ein rezessives Stadium bedeuten.

GEFÜLLTE BLÜTEN.

Im Jahre 1917 wurde eine *amoena*-Pflanze mit ziemlich stark gefüllten Blüten, 1917—16—4, mit einer anderen, 1917—15—10, die anscheinend einfachblütig war, gekreuzt. Es war dies die schon erwähnte Farbenkreuzung IX. Auch wurden beide Pflanzen selbstbestäubt und dabei mehrere Nachkommen erhalten. Die Nachkommenschaft der gefüllten Pflanze bestand aus Individuen, die alle

34 mehr oder weniger stark gefüllt waren. Zwei dieser Pflanzen wurden wieder selbstbestäubt und das Resultat war: nach 1917—16—4—13 213 stärker gefüllt, 21 schwach gefüllt, 1 einfach; nach 1917—16—4—22 272 stärker gefüllt, 3 schwach gefüllt. Wahrscheinlich waren alle diese Pflanzen genotypisch gleich und stark gefüllt und die abweichenden Individuen nur Modifikationen, da die Untersuchung nicht besonders eingehend war. Die Nachkommen der anscheinend einfachblütigen *P*-Pflanze 1917—15—10 waren entweder einfach (21) oder schwach gefüllt (11). Man würde hier an eine Spaltung in einfache und schwach gefüllte glauben können, wahrscheinlicher ist aber, dass eine genotypisch schwach gefüllte Rasse vorliegt und dass die Unterschiede auch hier nur modifikativer Natur sind. Es wurde nämlich jede Pflanze nur einmal notiert und dann nur die gerade offenen Blüten untersucht.

In F_1 waren 1918 alle 11 Pflanzen mehr oder weniger gefüllt, einige aber ziemlich schwach, obgleich eine scharfe Grenze zwischen stark und schwach gefüllten nicht gezogen werden konnte. 1920 wurden neue F_1-Pflanzen erzogen, die auch alle gefüllt waren und bei denen die Zahl der Kronenblätter von bis zehn Blüten jeder Pflanze festgestellt wurde. Die Tabelle 52 zeigt, dass die Füllung bei fast allen stark war.

In F_2 trat eine Spaltung ein, die sicher genotypischer Natur war. Es traten sowohl einfache, schwach gefüllte als auch stark gefüllte Individuen auf. Hier wurde keine Zählung der Kronenblätter ausgeführt, sondern jede Pflanze wurde nach den bei der einmaligen Untersuchung offenen Blüten beurteilt. In dieser Weise war es natürlich bei der grossen Verschiedenheit nicht möglich eine ganz sichere Klassifizierung auszuführen, da keine scharfe Grenzen ge-

TABELLE 51. *Kreuzung IX.* F_2.

	Gefundene Zahlen			Korrigierte Zahlen		Theoretische Zahlen		Abweichung	Mittlerer Fehler
	einfach	schwach gefüllt	stark gefüllt	schwach gefüllt	stark gefüllt	schwach gefüllt	stark gefüllt		
IX—1	33	55	70	46,75	111,25	39,50	118,50	7,25	±5,443
IX—9	23	35	81	31,75	107,25	34,75	104,25	3,00	±5,105
IX—27.....	7	21	26	12,25	41,75	13,50	40,50	1,25	±3,182
Summe	63	111	177	90,75	260,25	87,75	263,25	3,00	±8,113

zogen werden konnten. Das Resultat ist in der Tabelle 51 dargestellt. Die Pflanzen wurden in drei Klassen eingeteilt, von denen die stark gefüllte die grösste und etwa dreimal so gross wie die Klasse mit einfachen Blüten war. Ein Verhältnis 1 : 2 : 1 mit den Heterozygoten in der schwach gefüllten Klasse liegt nicht vor, wenigstens nicht so, wie die Klassen hier abgegrenzt wurden, denn dann hätte die schwach gefüllte Klasse die grösste sein müssen. Da dies nicht der Fall ist, ist eine andere Erklärung notwendig. Die richtige scheint mir die zu sein, dass die meisten Heterozygoten in die stark gefüllte Klasse gekommen sind und dass die schwach gefüllten Pflanzen genotypisch den beiden anderen Klassen gehören. Eine Spaltung 3 : 1 liegt also in der Hauptsache vor, wie dies schon in den Zahlen der stark gefüllten und der einfachen zum Ausdruck kommt. Wenn die schwach gefüllten nach dem Verhältnis 3 : 1 auf die übrigen Klassen verteilt werden, bekommt man die in der Tabelle aufgenommenen »korrigierten Zahlen». Es wird dann richtiger die beiden Klassen als schwach gefüllt und stark gefüllt zu bezeichnen, und von diesen beiden Klassen werden die korrigierten und die theoretischen Zahlen angegeben. Die Übereinstimmung zwischen diesen ist sehr gut, und ich halte es deswegen für sicher, dass hier zwei grosse genotypische Hauptklassen in bezug auf die Füllung vorhanden waren. Ich nenne das Genenpaar, das diese Spaltung verursacht, *U* und *u*, wo *U* starke, *u* schwache Füllung bewirkt.

Einige F_2-Pflanzen wurden selbstbestäubt und im folgenden Jahre wurden 6 F_3-Generationen erzogen. Bei diesen wurde die Zahl der Kronenblätter von bis zehn Blüten mehrerer Pflanzen festgestellt, und die erhaltenen Zahlen sind in den Tabellen 55—60 mitgeteilt. Das Resultat ist mit den Ergebnissen der F_2-Generation in guter Übereinstimmung. Die Nachkommen der einfachen oder fast einfachen F_2-Pflanzen IX—1—4 und IX—1—11 hatten meistens ausschliesslich oder fast ausschliesslich einfache Blüten, die der schwach gefüllten F_2-Pflanzen IX—1—3 und IX—1—14 meistens schwach gefüllte, aber auch viele einfache, und die der stark gefüllten IX—1—2 und schwach gefüllten IX—1—13 fast alle nur stark gefüllte Blüten. Wahrscheinlich waren die beiden ersten F_2-Pflanzen homozygotisch schwach gefüllt (*uu*), die beiden nächsten Heterozygoten (*Uu*) und die beiden letzten homozygotisch stark gefüllt (*UU*).

Die Unterschiede unter den Nachkommen der als homozygotisch schwach oder stark gefüllt bezeichneten Pflanzen sind aber sicher nicht nur phaenotypisch, denn die Stärke der Füllung ist nicht von der

Blütenzeichnung unabhängig. Dies ist schon in F_1 (Tabelle 52) und F_2 (Tabellen 53—54) zu beobachten. In F_1 hatten die Pflanzen vom Typus II das Mittel 12,97, die vom Typus III dagegen nur 8,88. In F_2 war immer ein grösserer Teil der Pflanzen vom Typus II als derjenigen vom Typus I stark gefüllt. Noch deutlicher ist das Resultat in F_3 (Tabellen 55—60). In der Nachkommenschaft der drei Pflanzen vom Typus III traten alle drei Blütentypen auf, und *in jeder Nachkommenschaft ist das Mittel der Kronenblattzahl am niedrigsten bei den Pflanzen vom Typus I, höher bei den Pflanzen vom Typus III und am höchsten bei den Pflanzen vom Typus II.* Der Unterschied ist in jedem Falle so gross, dass er ganz sicher ist. Man kann also mit Sicherheit schliessen, dass eins der Gene *K* und *L* eine Einwirkung auf die Stärke der Füllung hat oder mit einem Gen mit solcher Wirkung gekoppelt ist. Ob *K* eine schwächende oder *L* eine verstärkende Wirkung hat, bezw. mit einem entsprechenden Gen gekoppelt ist, oder beides der Fall ist, kann jetzt nicht entschieden werden. Dies würde aber möglich sein, wenn man Pflanzen vom Typus *KKLL* bekommen könnte, die dann entweder gleich *KKll* oder *kkLL*-Pflanzen oder ungleich beiden diesen Typen sein würden. Ob dies überhaupt möglich ist, ist aber zweifelhaft, da ja die Möglichkeit besteht, dass *K* und *L* Allelomorphe sind (vergl. den vorigen Abschnitt Blütenfarbe).

Wenn aber hier noch ein Genenpaar auf die Stärke der Füllung einwirkt, wie können dann die Zahlen in F_2 das Verhältnis 3 : 1 zeigen? Dies wird dadurch möglich, dass die Einwirkung des Gens *L* (wenn hier dieser Ausdruck verwendet werden darf) in der Klasse der schwach gefüllten schwächer ist als in der Klasse der stark gefüllten. Der Unterschied zwischen den Mitteln der Pflanzen vom Typus I (4,06) und denjenigen vom Typus II (5,36) ist in der Nachkommenschaft der einfachen Pflanze IX—1—4 nur 1,30, in derjenigen der schwach gefüllten IX—1—3 3,56 (8,49—4,93), in derjenigen der stark gefüllten IX—1—2 dagegen 5,78 (13,42—7,64). Die Pflanzen, die *uu* sind, werden also zum allergrössten Teil als einfach oder schwach gefüllt bezeichnet werden, auch wenn sie *kkLL* sind. Die Pflanzen mit *UU* sind ja schon stark gefüllt, wenn sie *KKll* sind, und werden also als solche fast immer bezeichnet werden, obgleich auch hier einfache oder ganz schwach gefüllte Modifikationen vorkommen können wie z. B. in den Nachkommenschaften von 1917—16—4—13 und 1917—16—4—22. Dass diese und überhaupt ähnliche Verschiedenheiten nicht das Resultat einer Spaltung sondern höchst wahr-

TABELLE 52. *Kreuzung IX. F_1 1920.*

Blütenzeichnung	Gezählt	Zahl der Kronenblätter der einzelnen Blüten	Mittel der Pflanze
Typus II	15/9 1920	8, 8, 10, 10, 11, 11, 12, 13, 13, 13,	10,9
»	»	10, 11, 11, 11, 11, 12, 12, 13, 15, 15,	12,1
»	»	10, 10, 10, 12, 13, 13, 13, 14, 14, 17,	12,6
»	»	11, 12, 12, 13, 13, 13, 14, 14, 14, 15,	13,1
»	»	10, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 17, 18,	13,7
»	»	12, 12, 12, 13, 14, 14, 14, 15, 15, 17,	13,8
»	»	12, 13, 15, 15, 18,	14,6
Mittel	—	— —	12,97
Typus III	15/9 1920	4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 7, 8, 9,	5,3
»	»	5, 6, 7, 7, 7, 7, 7, 8, 9, 10,	7,3
»	»	5, 6, 7, 8, 8, 8, 8, 10, 10,	7,8
»	»	8, 8, 9, 10, 10, 10, 11,	9,4
»	»	8, 10, 10, 11, 11, 11, 11, 11, 13, 17,	11,3
»	»	9, 11, 12, 12, 12, 13, 13, 13, 13, 14,	12,2
Mittel	—	— —	8,88

TABELLE 53. *Kreuzung IX. F_2 nach IX—1, schwach gefüllt, Typus III.*

	Typus I	Typus II	Typus III	Summe
einfach	7	23	3	33
schwach gefüllt	10	27	18	55
stark gefüllt	7	36	27	70
Summe	24	86	48	158

TABELLE 54. *Kreuzung IX. F_2 nach IX—27, schwach gefüllt, Typus III.*

	Typus I	Typus II	Typus III	Summe
einfach	2	4	1	7
schwach gefüllt	9	10	2	21
stark gefüllt	3	15	8	26
Summe	14	29	11	54

TABELLE 55. *Kreuzung IX. F_3. Nachkommen von IX—1—2, stark gefüllt, Typus III.*

Blütenzeichnung	Gezählt	Zahl der Kronenblätter der einzelnen Blüten	Mittel der Pflanze
Typus II	16/8 1920	5, 5, 6, 6, 8, 8, 8, 8, 9, 10,	7,3
»	»	10, 10, 11, 12, 12, 13,	11,3
»	»	9, 10, 10, 10, 10, 12, 12, 13, 13, 14,	11,3
»	»	10, 11, 13, 13, 15, 15,	12,8
»	»	11, 11, 11, 12, 12, 14, 14, 14, 15, 17,	13,1
»	»	9, 10, 10, 13, 13, 14, 14, 15, 16, 18,	13,2
»	»	12, 12, 14, 15, 16, 16, 16, 16, 16, 17,	15,0
»	»	14, 15, 17, 17, 17, 17, 19, 20, 20, 21,	17,7
»	»	14, 16, 17, 17, 17, 20, 20, 21, 22, 27,	19,1
Mittel	—	— —	13,42
Typus III	16/8 1920	4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 6,	4,6
»	»	4, 5, 5, 6, 6, 6, 6, 7, 7, 8,	6,0
»	»	6, 7,	6,5
»	»	5, 5, 5, 6, 6, 6, 7, 7, 9, 10,	6,6
»	»	4, 4, 6, 6, 7, 7, 7, 8, 8, 11,	6,8
»	»	5, 5, 7, 7, 8, 8, 9,	7,0
»	»	4, 5, 6, 8, 11, 11,	7,5
»	»	6, 6, 6, 7, 7, 8, 9, 9, 10, 10,	7,8
»	»	6, 6, 7, 7, 8, 9, 9, 9, 10, 10,	8,1
»	»	7, 9, 11,	9,0
»	»	7, 7, 7, 8, 9, 10, 11, 11, 11, 13,	9,4
»	»	7, 7, 8, 8, 9, 10, 11, 11, 12, 12,	9,5
»	»	8, 10, 10, 11,	9,8
»	»	7, 9, 10, 10, 11, 11, 11, 11, 11,	10,1
»	»	7, 7, 10, 10, 11, 11, 12, 12, 12, 13,	10,5
»	»	9, 9, 10, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 12,	10,6
»	»	8, 9, 9, 10, 10, 10, 11, 12, 14, 15,	10,8
»	»	9, 9, 11, 11, 11, 12, 14,	11,0
»	»	6, 9, 10, 11, 12, 13, 13, 15,	11,1
»	»	8, 9, 11, 11, 11, 12, 12, 14, 14,	11,3
»	»	8, 9, 10, 10, 11, 12, 12, 12, 13, 17,	11,4
»	»	11, 11, 12, 12, 12,	11,6
»	»	10, 10, 10, 11, 12, 12, 12, 13, 13, 15,	11,8
»	»	9, 11, 11, 12, 12, 12, 13, 13, 15,	12,0
»	»	13, 13, 14, 15, 15, 15, 16, 16, 17, 18,	15,2
»	»	12, 13, 13, 15, 17, 19, 21,	15,7
»	»	13, 13, 14, 15, 16, 17, 17, 17, 19, 19,	16,0
»	»	11, 12, 16, 16, 16, 17, 17, 19, 19, 19,	16,2
Mittel	—	— —	10,14

Blütenzeichnung	Gezählt	Zahl der Kronenblätter der einzelnen Blüten	Mittel der Pflanze
Typus I	16/8 1920	4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 6, 8,	4,8
»	»	4, 4, 4, 5, 5, 5, 5, 5, 6, 6,	4,9
»	»	4, 4, 4, 4, 5, 5, 6, 6, 6,	4,9
»	»	4, 4, 5, 5, 5, 6, 8,	5,3
»	»	4, 4, 5, 5, 5, 6, 7, 7, 7, 9,	5,9
»	»	4, 4, 5, 5, 6, 6, 6, 8, 9,	6,1
»	»	6, 7, 7, 8, 9, 9, 9, 9, 11, 11,	8,6
»	»	5, 6, 8, 9, 10, 10, 10, 12, 12, 12,	9,4
»	»	4, 5, 8, 9, 9, 9, 11, 12, 13, 15,	9,5
»	»	5, 6, 8, 10, 10, 11, 11, 12, 12, 13,	9,8
»	»	4, 8, 9, 10, 11, 11, 11, 14, 14, 15,	10,7
»	»	6, 9, 10, 10, 12, 12, 12, 12, 15,	10,9
»	»	6, 7, 9, 11, 12, 14, 15, 15, 16, 16,	12,1
Mittel	—	— —	7,64

TABELLE 56. *Kreuzung IX. F_3. Nachkommen von IX—1—3. schwach gefüllt, Typus III.*

Blütenzeichnung	Gezählt	Zahl der Kronenblätter der einzelnen Blüten	Mittel der Pflanze
Typus II	16/8 1920	4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 5, 7, 7,	5,0
»	»	4, 5, 5, 6, 6, 6, 6, 7, 7, 7,	5,9
»	»	5, 5, 6, 6, 7, 7, 7, 9, 9, 9,	7,0
»	»	5, 5, 6, 6, 6, 8, 8, 8, 9, 10,	7,1
»	»	5, 5, 6, 6, 7, 7, 8, 8, 10, 10,	7,2
»	»	4, 5, 5, 6, 7, 8, 9, 9, 10, 10,	7,3
»	»	6, 7, 7, 7, 10,	7,4
»	»	9, 10, 11, 11, 12, 12, 13, 13, 14, 14,	11,9
»	»	10, 11, 11, 11, 11, 12, 12, 13, 14, 16,	12,1
»	»	10, 11, 13, 13, 14, 14, 15, 15, 16, 19,	14,0
Mittel	—	— —	8,19
Typus III	16/8 1920	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5,	4,2

Blütenzeichnung	Gezählt	Zahl der Kronenblätter der einzelnen Blüten	Mittel der Pflanze
Typus III	16/8 1920	4, 4, 4, 4, 5,	4,2
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5,	4,2
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5,	4,3
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 5, 6,	4,4
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 6,	4,5
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 7, 7,	4,7
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 9,	4,7
»	»	4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 5, 6, 6,	4,8
»	»	4, 4, 4, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 7,	4,9
»	»	4, 4, 4, 5, 5, 5, 5, 5, 6, 8,	5,1
»	»	4, 4, 5, 5, 5, 5, 6, 6, 6, 6,	5,2
»	»	4, 4, 5, 6, 7, 8,	5,7
»	»	4, 4, 5, 5, 5, 6, 7, 7, 7, 7,	5,7
»	»	4, 5, 6, 7, 7, 7, 8,	6,3
»	»	6, 6, 6, 7, 9, 9,	7,2
»	»	5, 7, 7, 8, 9,	7,2
»	»	5, 5, 6, 6, 7, 7, 7, 8, 11, 12,	7,4
»	»	7, 8, 8, 8, 8, 8, 9, 9, 10, 11,	8,6
»	»	7, 7, 7, 8, 8, 9, 10, 10, 10,	8,6
»	»	10, 11,	10,5
Mittel	—	— —	5,42
Typus I	16/8 1920	4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5,	4,1
»	»	4, 4, 4, 5,	4,3
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 6,	4,3
»	»	4, 5,	4,5
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 7, 9,	5,1
»	»	4, 4, 5, 5, 5, 5, 6, 6, 6, 7,	5,3
»	»	4, 4, 5, 5, 5, 5, 5, 6, 8, 8,	5,5
»	»	4, 4, 5, 6, 6, 7, 7, 7, 7, 8,	6,1
»	»	4, 5, 6, 6, 7, 8, 11,	6,7
»	»	4, 6, 6, 7, 8, 9, 9, 9, 10, 11, 11,	8,1
Mittel	—	— —	4,93

TABELLE 57. *Kreuzung IX. F_2. Nachkommen von IX—1—4, einfach, Typus III.*

Blütenzeichnung	Gezählt	Zahl der Kronenblätter der einzelnen Blüten	Mittel der Pflanze
Typus II	16/8 1920	4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5,	4,2
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5,	4,3
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 7,	4,4
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 5,	4,4
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 6, 7,	4,7
»	»	4, 4, 5, 5, 5, 6,	4,8
»	»	4, 4, 4, 5, 5, 5, 5, 6, 6, 6,	5,0
»	»	4, 4, 5, 5, 5, 5, 6, 6, 6, 8,	5,4
»	»	4, 4, 4, 4, 5, 6, 7, 7, 8, 9,	5,8
»	»	4, 5, 6, 6, 7, 7, 7, 8, 8, 10,	6,8
»	»	4, 5, 5, 6, 7, 7, 8, 8, 9, 10,	6,9
»	»	5, 6, 6, 7, 8, 8, 8, 9, 9, 11,	7,7
»	»	4, 6, 7, 7, 7, 9, 9, 10, 10, 11,	8,0
Mittel	—	— —	5,36
Typus III	16/8 1920	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5,	4,1
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5,	4,1
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5,	4,2
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 5,	4,2
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 6,	4,3
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 5,	4,4
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 5, 5,	4,5
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 6, 6,	4,5
»	»	4, 4, 4, 6, 6,	4,8
»	»	4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 5, 6, 7,	4,9
»	»	4, 4, 4, 5, 6, 6, 7, 8,	5,5
»	»	4, 4, 6, 6, 6, 6, 6, 8, 9, 10,	6,5
Mittel	—	— —	4,38

Blütenzeichnung	Gezählt	Zahl der Kronenblätter der einzelnen Blüten	Mittel der Pflanze
Typus I	16/8 1920	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4,	4,0
»	»	4, 5,	4,5
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 6,	4,5
Mittel	—	— —	4,06

TABELLE 58. *Kreuzung IX. F_3. Nachkommen von IX—1—13, schwach gefüllt, Typus I.*

Blütenzeichnung	Gezählt	Zahl der Kronenblätter der einzelnen Blüten	Mittel der Pflanze
Typus I	16/8 1920	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5,	4,1
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5,	4,1
»	»	4, 4, 4, 5, 5, 5, 5, 6, 7, 9,	5,4
»	»	4, 4, 4, 5, 6, 6, 6, 6, 7, 7,	5,5
»	»	4, 4, 5, 7, 7, 7, 8, 9, 9, 9,	6,9
»	»	4, 5, 5, 5, 7, 7, 8, 8, 9, 11,	6,9
»	»	4, 6, 7, 7, 7, 8, 8, 8, 9, 9,	7,3
»	»	6, 6, 6, 7, 8, 8, 8, 8, 9, 9,	7,5
»	»	5, 7, 12,	8,0
»	»	5, 5, 5, 8, 8, 8, 9, 10, 10, 13,	8,1
»	»	5, 5, 6, 7, 8, 8, 10, 10, 11, 11,	8,1
»	»	5, 5, 8, 9, 9, 10, 10, 11,	8,4
»	»	4, 10, 10, 10, 11, 12,	9,5
»	»	8, 9, 9, 10, 11, 11, 11, 11, 11, 12,	10,3
»	»	4, 9, 11, 11, 11, 11, 11, 13, 14, 14,	10,9
Mittel	—	— —	7,19

TABELLE 59. *Kreuzung IX. F_3. Nachkommen von IX—1—14, schwach gefüllt, Typus I.*

Blütenzeichnung	Gezählt	Zahl der Kronenblätter der einzelnen Blüten	Mittel der Pflanze
Typus I	16/8 1920	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5,	4,1
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5,	4,1
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5,	4,2
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5,	4,2
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 7,	4,4
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 6,	4,4
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 6,	4,5
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 6, 7,	4,8
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 6, 6, 7,	4,8
»	»	4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 6, 6, 8,	5,1
»	»	4, 4, 4, 4, 5, 5, 6, 6, 6, 7,	5,1
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 7, 7, 8,	5,2
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 7, 9, 9,	5,4
»	»	4, 5, 5, 5, 5, 5, 6, 8, 8,	5,7
»	»	4, 5, 5, 5, 5, 6, 6, 6, 6, 10,	5,8
»	»	4, 4, 4, 5, 5, 6, 6, 8, 8, 9,	5,9
»	»	4, 4, 4, 4, 6, 8, 8, 9,	5,9
»	»	4, 5, 5, 6, 6, 6, 6, 7, 7, 10,	6,2
»	»	4, 4, 5, 6, 6, 6, 7, 7, 7, 12,	6,4
»	»	4, 4, 5, 6, 6, 7, 7, 8, 9, 9,	6,5
»	»	4, 4, 5, 5, 5, 7, 8, 8, 10, 12,	6,8
»	»	6, 6, 7, 7, 8, 9, 9, 10, 12, 14,	8,8
»	»	5, 7, 7, 8, 9, 10, 10, 12, 13, 13,	9,4
»	»	7, 7, 8, 8, 8, 11, 13, 13, 13, 15,	10,3
Mittel	—	—	5,35

TABELLE 60. *Kreuzung IX. F_3. Nachkommen von IX—1—11, fast einfach, Typus I.*

Blütenzeichnung	Gezählt	Zahl der Kronenblätter der einzelnen Blüten	Mittel der Pflanze
Typus I	1920	4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5,	4,1
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5,	4,1
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5,	4,1
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5,	4,1
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5,	4,2
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5,	4,2
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5,	4,3
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5,	4,3
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5,	4,3
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 6,	4,3
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 6,	4,3
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 6,	4,3
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 6,	4,3
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 5,	4,4
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 6,	4,5
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 7,	4,5
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 7,	4,5
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 7,	4,5
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 6,	4,5
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 5, 7,	4,7
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 5, 7,	4,7
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 5, 7,	4,7
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 6, 6,	4,7
»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 6, 6, 6,	4,7
»	»	4, 4, 5, 6,	4,8
Mittel	—	— —	4,34

scheinlich nur Modifikationen sind, wird dadurch bestätigt, dass bei ein und derselben Pflanze die Blüten sehr verschieden sein können und sowohl Blüten mit 4 als auch solche mit 15 Kronenblättern (Tabelle 55, unter Typus I) vorhanden sein können. Während also einige der *uu*-Pflanzen phaenotypisch stark gefüllt sein können, sind andererseits einige der *UU*- oder *Uu*-Pflanzen schwach gefüllt, und in dieser Weise wird das Verhältnis 3 : 1 beibehalten.

Die Richtigkeit dieser Auffassung, dass der Hauptunterschied in der Stärke der Füllung nur durch ein Genenpaar *U—u* bewirkt wird, wird dadurch noch wahrscheinlicher, dass man fast dasselbe Mittel der Pflanzen vom Typus I bei den Nachkommen der entsprechenden Pflanzen vom Typus I und vom Typus III erhält. So ist dies bei den einfachen Pflanzen IX—1—4 und IX—1—11 4,06 bezw. 4,34, nach den schwach gefüllten IX—1—3 und IX—1—14 4,93 bezw. 5,35, und nach den genotypisch stark gefüllten IX—1—2 und IX—1—13, 7,64 bezw. 7,19. Die Übereinstimmung dieser Mittel ist bei den kleinen Zahlen so gut, dass sie nicht zufällig sein kann, sondern man muss annehmen, dass derselbe Genotypus in den entsprechenden Fällen vorliegt.

Es gibt also bei amoena zwei Haupttypen von gefüllten Pflanzen, die stark gefüllten, UU und Uu, und die schwach gefüllten, uu. Sehr wahrscheinlich sind die Uu-Pflanzen im Durchschnitt weniger gefüllt als die UU-Pflanzen, obgleich sie meistens stark gefüllt sind. Die Stärke der Füllung wird ausserdem durch die Gene der Blütenzeichnung in der Weise beeinflusst, dass die kkLL-Pflanzen am stärksten, die KkLl-Pflanzen danach und die KKll-Pflanzen am wenigsten gefüllt sind bei gleicher Konstitution in bezug auf U—u. Ob diese Einwirkung direkt ist oder durch gekoppelte Gene bewirkt wird, bleibt noch unentschieden. Die Wirkung ist stärker bei stark gefüllten (UU- und Uu-)Pflanzen und bei den schwach gefüllten (uu-Pflanzen) meistens nicht so stark, dass diese nicht als schwach gefüllt erkannt werden können.

ZUSAMMENFASSUNG ÜBER DIE VARIETÄTENKREUZUNGEN.

Aus den mitgeteilten Tatsachen geht hervor, dass die beiden *Godetia*-Arten *Whitneyi* und *amoena* in allen genau untersuchten Charakteren sich wie die meisten anderen Pflanzen verhalten, also nach Kreuzungen in F_2 regelmässige Mendel-Spaltungen zeigen. Sie sind also in dieser Hinsicht der verwandten Gattung *Oenothera* sehr verschieden. Eine mutationsähnliche Erscheinung ist nur bei der erwähnten Chimäre gefunden worden, auch diese bleibt aber noch

als Mutation zweifelhaft. Auch die zu derselben Familie gehörenden Gattung *Clarkia* scheint sich wie *Godetia* zu verhalten, da sie wenigstens in bezug auf die Blütenfarben regelmässige Spaltungen zeigt (Rasmuson 1920 b). *Diese beiden Gattungen sind also in dieser Hinsicht Oenothera prinzipiell verschieden.* Bei den anderen *Onagracéen*-Gattungen ist meines Wissens noch nichts über Varietätenkreuzungen mitgeteilt worden.

II. ARTKREUZUNGEN.

Zwischen *Whitneyi* und *amoena* habe ich mehrere Kreuzungen ausgeführt und immer zahlreiche F_1-Bastarde erhalten. Auf eine systematische Beschreibung dieser Artbastarde gehe ich hier nicht ein, sondern erwähne im folgenden die einzelnen Charaktere nur, wenn ich ihr genetisches Verhalten behandle. Während die mit dem Pollen der anderen Art bestäubten Pflanzen sehr reichlich Samen bildeten, war dies bei den F_1-Bastarden nicht der Fall, da sie alle fast vollständig steril waren. Der Pollen war spärlich und immer sehr schlecht und in einer Kreuzung (I) wahrscheinlich völlig untauglich, da ich hier bei Selbstbestäubung gar keine Samen erhielt, während bei Bestäubung mit Pollen einer *Whitneyi*-Pflanze einige Samen gebildet wurden. Dass aber auch hier nur wenige Samen produziert wurden, zeigt, dass auch der grösste Teil der Samenanlagen untauglich war. Dies wird durch die Tatsache bestätigt, dass in einer Kapsel, wo nur ein einziger Samen gebildet wurde, dieser nicht im oberen Teil sondern in der Mitte der Frucht sass, was kaum der Fall sein würde, wenn der grösste Teil der Samenanlagen befruchtungsfähig wäre. Worin diese Untauglichkeit besteht, wird hoffentlich durch eine cytologische Untersuchung, wozu ich Material konserviert habe, klar werden.

BLÜTENFARBE.

In bezug auf die Blütenfarbe habe ich sechs Artkreuzungen untersucht, und ich beschreibe sie hier jede für sich.

Whitneyi, weiss × *amoena, rosa, Typus II.* Kreuzung XII, 1917—20—5 × 1917—15—1.

Beide *P*-Pflanzen gaben bei Selbstbestäubung nur Nachkommen ihres eigenen Typus. Aus den Resultaten der Varietätenkreuzungen wissen wir, dass die weisse *Whitneyi*-Pflanze das Gen *D* besass, das rosa Farbe in violette verwandelt. Auch ist es aus den *amoena*-Kreuzungen wenigstens wahrscheinlich, dass Vorhandensein des Basal-

flecks über seine Abwesenheit dominiert. Wir können also hieraus schliessen, dass die F_1-Bastarde alle violett mit Basalfleck werden mussten. Dies war auch tatsächlich der Fall mit allen 36 F_1-Pflanzen (Tab. I, Fig. 23). In F_2 würden wir eine Ausspaltung von sowohl rosa oder weisse Pflanzen als auch Pflanzen ohne Basalfleck erwarten. Diese Erwartungen wurden auch erfüllt. Von den 9 F_2-Pflanzen waren 8 violett, 1 rosa und 0 weiss, und dies wird wohl dem theoretischen Verhältnis 9 : 3 : 4 entsprechen. Die Spaltung in bezug auf den Basalfleck ist aber trotz der kleinen Zahl deutlich nach dem Verhältnis 3 : 1 (siehe Tabelle 61), und eine bessere Übereinstimmung zwischen den gefundenen und den theoretischen Zahlen war hier sogar nicht möglich (gefunden 7 : 2, berechnet 6,75 : 2,25). Die Typen »mit Basalfleck» und »ohne Basalfleck» bilden also ein Merkmalspaar. Wie schon erwähnt, ist dies vielleicht der Fall auch mit den Typen »mit Basalfleck» und »mit Querfleck» (*amoena*-Typen II und I). Dann würde also ein Fall von multipler Allelomorphismus hier vorliegen. Wie früher (S. 247) eingehend besprochen wurde, ist es aber auch möglich, dass zwei Genenpaare vorhanden sind und dass eine starke Koppelung vorliegt, wodurch im vorliegenden Material eine nur scheinbare multiple Allelomorphismus zustande kommt.

Whitneyi, weiss × *amoena, rosa, Typus III.* Kreuzung XVIII, 1917—20—5 × 1917—16—4.

Die *Whitneyi*-Pflanze war hier dieselbe wie in der vorigen Kreuzung und besass also das Gen *D*. Auch hier waren deswegen die F_1-Pflanzen alle (64) violett. Das Verhalten in bezug auf die Fleckzeichnung ist schon (S. 247) besprochen worden. Es waren 44 Pflanzen mit dem Querfleck, 20 mit dem Basalfleck vorhanden. In F_2 wurde nur eine einzige Pflanze erhalten und zwar nach einer F_1-Pflanze mit dem Basalfleck. Sie war violett und besass auch einen Basalfleck.

Amoena, violett, Typus III × *Whitneyi, weiss, rot gefleckt.* Kreuzung XVIII, 1917—28—10 × 1917—33—2.

Die Nachkommenschaft der *amoena*-Pflanze spaltete sowohl in bezug auf die Grundfarbe als in bezug auf die Zeichnung. Es waren 14 violette vom Typus III, 7 violette vom Typus I, 5 rosa vom Typus III und 1 rosa vom Typus I vorhanden, also anscheinend eine Spaltung im theoretischen Verhältnis 9 : 3 : 3 : 1. Hier würde man aber in bezug auf die Fleckzeichnung eher eine Spaltung im Verhältnis 1 vom Typus I : 2 vom Typus III : 1 vom Typus II erwartet haben. Es waren aber keine Pflanzen vom Typus II vorhanden. Ob dies an der kleinen

Zahl liegt oder wirklich darauf beruht, dass die Pflanze in bezug auf das Gen für den Querfleck (*K*) homozygotisch war, ist jetzt nicht zu entscheiden, auch nicht aus der F_1-Generation dieser Kreuzung, da auch die *Whitneyi*-Pflanze hier einen roten Fleck in der Mitte des Kronenblattes homozygotisch besass, und es deswegen nicht möglich war zu entscheiden, ob den F_1-Individuen mit Basalfleck der Querfleck fehlte. Theoretisch ist, wie schon (S. 247) eingehend erwähnt wurde, diese Frage von grosser Bedeutung, da bei gleichzeitiger Homozygotie in bezug auf den Querfleck und Heterozygotie in bezug auf den Basalfleck hier multiple Allelomorphismus in bezug auf die Fleckzeichnung ausgeschlossen sein muss.

Die *Whitneyi*-Pflanze hatte nur weisse, rot gefleckte Nachkommen.

Die F_1-Generation spaltete, wie zu erwarten war, sowohl in der Farbe als auch in der Zeichnung, obgleich alle F_1-Pflanzen einen grossen Fleck in der Mitte besassen. 4 waren violett mit Basalfleck, 12 violett ohne Basalfleck, 5 weiss mit Basalfleck und 7 weiss ohne Basalfleck. Da die *Whitneyi*-Kreuzungen gezeigt haben, dass Heterozygoten von weiss und rosa fast weiss sind, war dies Resultat zu erwarten, obgleich die Zahlen etwas vom theoretischen Verhältnis 1 : 1 : 1 : 1 abweichen, was aber durch die kleine Zahl erklärt werden kann.

Zwei F_2-Generationen von 4 bezw. 2 Individuen wurden erzogen. Alle F_2-Pflanzen besassen einen grossen Fleck, und bei der kleinen Zahl hätte man kaum anders erwarten können, wenn auch die *amoena*-Pflanze in bezug auf den Querfleck heterozygotisch gewesen wäre. Die Nachkommen der violetten Basalfleck-freien F_1-Pflanze XVIII—4 waren beide dieser ähnlich. Von den Nachkommen der weissen F_1-Pflanze XVIII—1, die den Basalfleck besass, hatte eine Pflanze den Basalfleck, während die 3 übrigen ohne diesen waren, sie waren aber alle weiss. Eigentlich würde man hier erwartet haben, dass das umgekehrte Verhältnis (3 mit und 1 ohne Basalfleck) eintreten würde, bei der kleinen Zahl war aber eine gute Übereinstimmung mit dem theoretischen Verhältnis kaum zu erwarten. Diese Übereinstimmung wird jedoch sehr gut, wenn alle Fälle, wo bei diesen Artbastarden in F_2 eine solche Spaltung zu erwarten war, zusammengezählt werden, wie in der Tabelle 61.

Amoena, rosa, Typus III × *Whitneyi, rot, Seitenränder hell.* Kreuzung XIX, 1917—30—a × 1917—32—a; Kreuzung XXI, die reziproke Kreuzung.

TABELLE 61.

F_1-Pflanze	F_2 mit Basalfleck	F_2 ohne Basalfleck
XII—1	2	1
XII—3	3	0
XII—32	2	1
XIII—31	1	0
XVIII—1	1	3
XIX—1	4	0
Summe gefunden	13	5
» berechnet nach 3 : 1	12,5	4,5

Die Nachkommenschaft der *amoena*-Pflanze spaltete wie gewöhnlich in Pflanzen vom Typus I (9), vom Typus III (34) und vom Typus II (29). Die Abweichung vom theoretischen Verhältnis 1 : 2 : 1 ist hier, wie früher (S. 146—147) erwähnt wurde, möglicherweise durch Selektion verursacht. Die Nachkommenschaft der *Whitneyi*-Pflanze spaltete auch, und zwar in 23 vom Typus rot, Seitenränder hell und 8 rote, also im Verhältnis 3 : 1. Diese *P*-Pflanze war also *EEFf*. In F_1 war deswegen eine Spaltung sowohl in bezug auf die Farbe als in bezug auf die Fleckzeichnung zu erwarten. Da der Querfleck durch die rote Farbe verdeckt wurde, konnte aber die Spaltung in bezug auf diesen nicht festgestellt werden. Das Resultat in F_1 war:

rot, Seitenränder hell, mit Basalfleck	18 (Kr. XIX)	+	9 (Kr. XXI)	= 27
» » » ohne »	28	»	+ 8	»	= 36
rot, mit Basalfleck	10	»	+ 8	»	= 18
» ohne »	10	»	+ 14	»	= 24

Man würde hier eine Spaltung im Verhältnis 1 : 1 : 1 : 1 erwarten, die gefundenen Zahlen weichen auch nicht mehr von den nach diesem Verhältnis berechneten ($26{,}25 \pm 4{,}437$ von jedem Typus) ab, als dass die Abweichungen nur rein zufällig zu sein brauchen.

In F_2 trat eine deutliche Spaltung ein. Das Resultat in der *Kreuzung XIX* war folgendes.

XIX—1 vom Typus rot, Seitenränder hell, mit Basalfleck hatte 4 Nachkommen, von denen 2 rot, Seitenränder hell und 2 rosa waren, während alle 4 den Basalfleck besassen.

XIX—2 vom Typus rot, Seitenränder hell, ohne Basalfleck hatte

4 Nachkommen, von denen 1 rot, Seitenränder hell, 2 rot und 1 rosa, rot gefleckt waren, während bei allen der Basalfleck fehlte.

XIX—20 vom Typus rot, ohne Basalfleck hatte 6 Nachkommen, von denen 2 rot und 4 rosa, rot gefleckt waren, während bei allen der Basalfleck fehlte.

Die Spaltungen stimmen hier in der Hauptsache mit der Erwartung überein. F_2-Pflanzen nach F_1-Pflanzen ohne Basalfleck waren alle ohne einen solchen, besassen aber, wenn sie nicht rot oder rot, Seitenränder hell waren, immer einen roten Fleck in der Mitte des Kronenblattes, der wenigstens in einigen und wahrscheinlich in allen Fällen mit dem Querfleck sicher identisch war. Dies zeigt, dass auch hier, wie zu erwarten war, die F_1-Pflanzen entweder das Gen für den Querfleck oder das Gen für den Basalfleck, nicht aber beide gleichzeitig, besassen. Dass in F_2 keine Pflanzen, die nicht-rot und ohne beide Flecke waren, ausgespaltet wurden, liegt wahrscheinlich an der kleinen Zahl der Individuen. Auch stimmt mit der Erwartung, dass die rote F_1-Pflanze keine Nachkommen vom Typus rot, Seitenränder hell besass, während eine der F_1-Pflanzen dieses Typus auch eine rote F_2-Pflanze hatte. Nur die Zahlen der verschiedenen Typen stimmen nicht gut mit den berechneten überein, was aber vermutlich nur ein Zufall ist, da die Zahlen ja alle sehr klein sind.

Von der *Kreuzung XXI* habe ich auch eine F_2-Generation erhalten (nach XXI—13 rot, ohne Basalfleck), die grösste von allen bei den Artkreuzungen. Sie bestand aus 26 Individuen, von denen 22 blühten. Es waren sowohl ganz rote Individuen als auch solche mit einem grossen Fleck, der wenigstens in einigen Fällen mit dem Querfleck identisch war, als auch eins, das weiss oder fast weiss war, vorhanden. Ausserdem kamen aber auch einige vor, die nur kleine rote Flecke trugen, und solche, die auf der Oberseite der Kronenblätter nur einen kleinen, auf der Unterseite dagegen einen grossen Fleck trugen oder eine ganz rote Unterseite besassen. *Diese Erscheinung, dass die Kronenblätter auf der Unterseite stärker gefärbt als auf der Oberseite sein können, ist aber nicht eine Eigentümlichkeit für die Artkreuzung, denn sie kam auch bei einer noch nicht genau analysierten Kreuzung der Whitneyi-P-Pflanze 1917—32—a mit einer anderen Whitneyi-Form, also bei einer Varietätenkreuzung vor.* Sie wird wahrscheinlich auf ein besonderes Gen, das bei 1917—32—a vorhanden war, beruhen. Auch bei einer der F_2-Pflanzen der reziproken Kreuzung XIX (XIX —1—4) war das rote auf der Unterseite mehr verbreitet als auf der Oberseite. Die Klassifizierung bei der F_2-Generation nach XXI—13

wird aber durch diese Erscheinung erschwert. Die drei Typen, die man theoretisch erwarten würde, rot, nichtrot mit Querfleck und nichtrot ohne Querfleck waren aber sicher vorhanden.

Whitneyi, rot, Seitenränder hell × *amoena, rosa, Typus II.* Kreuzung I, 1917—1—5 × 1917—15—1.

Die Nachkommenschaft der *Whitneyi*-Pflanze spaltete in 20 rot, Seitenränder hell und 7 rot, und diese *P*-Pflanze war also *EEFf*. Die Nachkommen der *amoena*-Pflanze waren alle dieser ähnlich. Nach Erwartung spaltete die F_1-Generation in rote, Seitenränder hell (6) und rote (14), während alle F_1-Pflanzen einen Basalfleck besassen. Da der Pollen hier völlig untauglich erschien und Selbstbefruchtung keinen Erfolg hatte, bestäubte ich eine Pflanze vom Typus rot, Seitenränder hell (I—25) mit Pollen einer weissen *Whitneyi*-Pflanze 1917—20—5—1. Das Resultat war 5 rot ohne Basalfleck und 2 violett mit Basalfleck. Die zu erwartenden Spaltungen sowohl in der Farbe als in der Zeichung traten also ein, obgleich sie vielleicht nicht ganz unabhängig von einander waren, da alle rote ohne Basalfleck, alle nichtrote dagegen mit einem solchen waren. Es könnte also hier eine Koppelung vorhanden sein, obgleich die Zahlen gar zu klein sind um einige sichere Schlüsse hierüber zu erlauben. Unter den hier als rot bezeichneten Pflanzen waren wahrscheinlich einige vorhanden, die genotypisch rot, Seitenränder hell waren, obgleich die Typen hier schwer zu unterscheiden waren. Die rote Farbe war nämlich bei allen Pflanzen besonders an den Rändern geschwächt, und zuweilen war die Pflanze phaenotypisch fast gefleckt. *Dies ist dieselbe Erscheinung, die uns früher bei den F_2-Pflanzen der Whitneyi-Kreuzung X begegnet ist. Von Bedeutung ist dann, dass die eine P-Pflanze der Kreuzung I auch die eine P-Pflanze der Kreuzung X war, und dass die weisse Whitneyi-Pflanze 1917—20—5—1, mit deren Pollen die F_1-Pflanze I—25 bestäubt wurde, eine Tochterpflanze der anderen P-Pflanze der Kreuzung X, 1917—20—5, war.* Dies zeigt, dass diese besondere Form von F_1-Pflanzen genotypisch bedingt ist.

GEFÜLLTE BLÜTEN.

Aus den Resultaten der Kreuzung X geht hervor, dass bei *Whitneyi* der einfache Blütentypus über den gefüllten dominiert. Es war deshalb zu erwarten, dass bei der Kreuzung einfacher *Whitneyi*- und gefüllter *amoena*-Formen die F_1-Pflanzen einfach oder fast einfach, in F_2 aber wieder gefüllte Individuen ausgespaltet werden würden.

TABELLEN 62–63. *Kreuzung XII.*
Whitneyi, 1917—20—5 × *amoena*, 1917—15—1.

TABELLE 62. *Kreuzung XII.* F_1.

Bezeichnung der Pflanze	Farbe der Pflanze	Gezählt	Zahl der Kronenblätter der einzelnen Blüten	Mittel der Pflanze
XII a	rosaviolett, Basalfleck	17/9 1920	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
—b	» »	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
c	» »	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
—d	» »	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
—e	» »	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5,	4,1
f	» »	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5,	4,1
g	» »	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5,	4,2
h	» »	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5,	4,2
—i	» »	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 6,	4,3
—j	» »	»	4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 5, 6, 6,	4,8
Mittel	— —	—	— —	4,17

TABELLE 63. *Kreuzung XII.* F_2.

Bezeichnung der Pflanze	Farbe der Pflanze	Gezählt	Zahl der Kronenblätter der einzelnen Blüten	Mittel der Pflanze
XII—1—1	violett, Basalfleck	1920	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
—3	violett	»	4, 4, 4, 4, 4,	4,0
—2	violett, Basalfleck	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5,	4,1
Mittel	— —	—	— —	4,03
XII—3—3	violett, Basalfleck	1920	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
—2	» »	»	6, 7, 10,	7,7
—4	» »	»	6, 7, 7, 8, 9, 9, 12,	8,3
Mittel	— —	—	— —	6,67
XII—32—1	violett, Basalfleck	1920	4, 4, 4, 4, 5, 5,	4,3
—3	rosa, Basalfleck	»	4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5,	4,4
Mittel	— —	—	— —	4,35

TABELLEN 64—65. *Kreuzung XIII.*
Whitneyi, 1917—20—5 × *amoena*, 1917—16—4.

TABELLE 64. *Kreuzung XIII.* F_1.

Bezeichnung der Pflanze	Farbe der Pflanze	Gezählt	Zahl der Kronenblätter der einzelnen Blüten	Mittel der Pflanze
XIII—a	violett, Querfleck	15/9 1920	3, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	3,9
—b	» »	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
—c	» »	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
—d	» »	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
—e	» »	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5,	4,1
Mittel	— —	—	— —	4,00
—f	violett, Basalfleck	15/9 1920	3, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	3,9
—g	» »	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
Mittel	— —	—	— —	3,95

TABELLE 65. *Kreuzung XIII.* F_2.

Bezeichnung der Pflanze	Farbe der Pflanze	Gezählt	Zahl der Kronenblätter der einzelnen Blüten	Mittel der Pflanze
XIII—31—1	violett, Basalfleck	1920	5, 5, 5, 5, 5, 6, 7, 7, 8, 8, 9, 9, 10,	6,85

TABELLEN 66—67. *Kreuzung I.*
Whitneyi, 1917—1—5 × *amoena*, 1917—15—1.

TABELLE 66. *Kreuzung I.* F_1.

Bezeichnung der Pflanze	Farbe der Pflanze	Gezählt	Zahl der Kronenblätter der einzelnen Blüten	Mittel der Pflanze
I—a	rot, Basalfleck	13/9 1920	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5,	4,1
—b	rot, S. hell, Basalfleck	»	4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 5, 6, 6,	4,8
—c	» » » »	»	4, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 7, 9,	5,5
—d	rot, Basalfleck	»	3, 4, 4, 4, 4, 4, 7, 7, 9, 10,	5,6
—e	rot, S. hell, Basalfleck	»	5, 6, 6, 7,	6,0
—f	» » » »	»	4, 5, 6, 6, 6, 6, 6, 7, 8, 9,	6,3
—g	rot, Basalfleck	»	4, 5, 5, 6, 7, 8, 8, 9, 10, 10,	7,2
—h	» »	»	5, 5, 6, 7, 7, 7, 8, 8, 9, 10,	7,2
—i	» »	»	5, 6, 8, 9, 10,	7,6
Mittel	— —	—	— —	6,03

TABELLE 67. *Kreuzung I. Rückkreuzung mit Whitneyi.*
I—25 × 1917—20—5—1 (= *Kreuzung XXVI*).

Bezeichnung der Pflanze	Farbe der Pflanze	Gezählt	Zahl der Kronenblätter der einzelnen Blüten	Mittel der Pflanze
XXVI—2	rot	1920	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
—5	»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	4,0
—4	»	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5,	4,1
—6	violett, Basalfleck	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 5, 5,	4,3
—3	» »	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 6,	4,4
—7	rot	»	4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 6, 6, 7,	4,7
—1	»	»	4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 5, 6, 6, 7, 7, 7,	5,2
Mittel	— —	—	— — —	4,39

Dies war auch in zwei solchen Kreuzungen, XII und XIII, der Fall. Die *Whitneyi*-Pflanze war in beiden Kreuzungen dieselbe, nämlich 1917—20—5, und sie hatte nur einfachblütige Nachkommen. Die *amoena*-Pflanzen, 1917—15—1 und 1917—16—4, waren beide ziemlich stark gefüllt. In F_1 und F_2 wurde die Zahl der Kronenblätter bei mehreren (F_1) oder allen (F_2) Pflanzen, und zwar bei so viel Blüten wie möglich, festgestellt. Das Resultat ist in den Tabellen 62—65 dargestellt. Wie diese zeigen, waren die F_1-Pflanzen alle ganz einfach oder hatten einzelne gefüllte Blüten, nur eine besass mehrere gefüllte Blüten, auch hier war aber das Mittel der Pflanze kleiner als 5. Der einfache Typus dominiert also fast vollständig. In F_2 wurden trotz der kleinen Zahl 3 ziemlich stark gefüllte Individuen (XII—3—2, XII—3—4, XIII—31 —1) ausgespaltet, während die übrigen entweder ganz einfach waren oder einzelne 5-zählige Blüten trugen. Wenn die beiden Kreuzungen zusammengezählt werden, ist das Verhältnis einfach oder fast einfach zu stark gefüllt 6 : 3, während 6,75 : 2,25 die theoretischen Zahlen bei monohybrider Spaltung sind. Die Übereinstimmung ist so gut, dass hier sicher eine monohybride Spaltung vorliegt, und wird das in *Whitneyi* nachgewiesene Gen *M* daran beteiligt gewesen sein.

Bei einer anderen Kreuzung, I, waren schon die F_1-Pflanzen ziemlich stark gefüllt (Tabelle 66). *Dieses unerwartete Resultat wird aber dadurch verständlich, dass die Whitneyi-Pflanze (1917—1—5) hier dieselbe war, die als P-Pflanze in der Kreuzung X benutzt wurde, wo eine gefüllte Pflanze in F_2 ausgespaltet wurde.* Diese *P*-Pflanze wird deswegen sicher eine Anlage für gefüllte Blüten getragen haben, und

vielleicht wird sie einer schwach gefüllten Rasse, die auch scheinbar einfache Pflanzen enthält, gehört haben, da in ihrer Nachkommenschaft 1918 keine Pflanzen mit gefüllten Blüten notiert wurden. Da bei *amoena* die stark gefüllte Rasse über die schwach gefüllte mehr oder weniger dominiert, würde es dann nicht merkwürdig sein, dass die F_1-Pflanzen der Kreuzung I ziemlich stark gefüllt wurden. Da diese F_1-Pflanzen ganz ohne tauglichen Pollen zu sein schienen, habe ich eine von ihnen mit einer weissen *Whitneyi*-Pflanze, 1917—20—5—1, rückgekreuzt. Das Resultat ist in der Tabelle 67 mitgeteilt. Wie aus dieser hervorgeht, waren die Pflanzen alle ganz oder fast einfach, und also dominierte annähernd, wie zu erwarten war, auch hier der einfache Typus. Die etwas mehr gefüllten, XXVI—7 und XXVI—1, werden wohl Modifikationen sein. Es ist aber auch möglich, dass die Dominanz weniger vollständig ist, wenn die zur Kreuzung benutzte gefüllte Rasse stark gefüllt, als wenn sie schwach gefüllt ist, und dann würde man ja hier, nach der obigen Hypothese in bezug auf die Pflanze 1917—1—5, eine 1 : 1 Spaltung erwarten. Dagegen spricht aber, dass auch bei den Kreuzungen XII und XIII ganz einfache F_1-Pflanzen vorkamen.

Der gefüllte Typus in dieser Kreuzung war anders als in den übrigen Kreuzungen, indem hier die Staubfäden stärker reduziert und überzählige Stempel vorhanden waren. Dass dies sowohl bei den F_1-Pflanzen als bei den stärker gefüllten in der Rückkreuzung der Fall war, zeigt, dass dieser besondere Typus vererbbar ist.

In den übrigen Artkreuzungen (XVIII, XIX, XXI) wurden auch einfache *amoena*-Pflanzen benutzt, und die Verbindungen waren also einfach × einfach. Wie zu erwarten war, waren dann auch alle F_1- und F_2-Pflanzen einfach.

WUCHS.

Der Unterschied zwischen *amoena* und *Whitneyi* ist in einem Charakter so gross, dass er schon in ziemlich grosser Entfernung auffällt, nämlich im Wuchstypus. Die *amoena*-Pflanzen sind etwa zweimal so hoch wie die höheren *Whitneyi*-Formen, ausserdem sind sie hauptsächlich in der Nähe der Basis verzweigt und haben meistens mehrere gleich starke Zweige, besitzen aber keinen deutlichen Hauptstamm. Dies ist bei *Whitneyi* nur bei dem niedrigen dichten Typus der Fall. Der Blütenstand weicht auch stark von demjenigen bei *Whitneyi* ab, indem die Blüten weit auseinander in einer sehr langen Ähre sitzen und die Internodien im Blütenstande also lang sind, während bei

Whitneyi die Blüten in einer kurzen Ähre meistens dicht zusammen sitzen, obgleich die unteren bei dem stark lockeren Typus auch etwas entfernt von einander sein können. Dieser Charakter wird als systematisch bedeutungsvoll angesehen, und sowohl Howell (1903) als Jepson (1901) wendet ihn als ein Hauptunterscheidungsmerkmal an.

Da bei *Whitneyi* wenigstens zwei Haupttypen im Wuchs vorkommen, müssen wir verschiedene Resultate erwarten je nach dem *Whitneyi*-Typus, der zur Kreuzung benutzt wird. Beide Typen wurden

Fig. 22. Eltern- und F_1-Typen der Artkreuzungen XIX und XXI (1920—221—1 = F_1; 1920—241—1 = *Whitneyi-P*-Typus, 1920—240—1 = *amoena-P*-Typus).

auch mit *amoena* gekreuzt, und die beiden Arten von Kreuzungen werden im folgenden für sich behandelt.

Whitneyi, niedriger, dichter Typus × *amoena.* Kreuzungen XXI und XIX, 1917—32—a × 1917—30—a und reziprok.

Die F_1-Pflanzen in diesen Kreuzungen waren nicht alle ganz gleich sondern in der Internodienlänge der Blütenregion etwas verschieden, bei beiden Kreuzungen in derselben Weise. Ich habe hierüber ausführliche Messungen ausgeführt, die ich aber jetzt nicht mitteile, da ich zuerst auch eine grössere Zahl von Messungen in F_2 haben möchte.

Fig. 23. F_2-Pflanzen der Artkreuzung XIX (XIX—1—1, XIX—1—2, XIX—1—3, XIX—1—4).

Fig. 24. F_2-Pflanzen der Artkreuzung XIX (XIX—2—1, XIX—2—2, XIX—2—3, XIX—2—4, XIX—2—6, XIX—2—7).

Die F_1-Pflanzen waren aber alle Zwischenformen zwischen den *P*-Typen (Fig. 22). In der Höhe waren sie den *amoena*-Pflanzen fast oder ganz gleich, konnten zuweilen sogar, wie in der Fig. 22 höher

und kräftiger sein. Der *amoena*-Höhentypus dominierte also mehr oder weniger. In F_2 trat eine deutliche Spaltung ein. Da diese Pflanzen alle in Töpfen gehalten wurden, ausserdem erst spät in diese gepflanzt wurden und deswegen lange dicht zusammen standen, blieben sie aber alle ziemlich schwach und bekamen kaum ihren richtigen Typus. Die Spaltung war aber sehr deutlich sowohl in der Internodienlänge der Blütenregion als in der Höhe, wie die Fig. 23—25 zeigen. Unter den Nachkommen von XIX—1 (Fig. 23) war die Pflanze XIX —1—2 in Höhe (71 cm) und Internodienlänge eine typische *amoena*-Pflanze, während XIX—1—4 (25 cm) vom *Whitneyi*-Typus, XIX—1 —1 (52 cm) und XIX—1—3 (52 cm) F_1-Typen waren. Hier war also

Fig. 25. F_2-Pflanzen der Artkreuzung XXI (XXI—13 —1, XXI—13—12, XXI—13—14, XXI—13—19, XXI—13—22).

die Spaltung in beiden Charakteren typisch monohybrid mit dem Verhältnis 1 : 2 : 1. Auch in der Nachkommenschaft von XIX—2 (Fig. 24) war die Spaltung deutlich, XIX—2—1 (60 cm), XIX—2—2 (71 cm) und XIX—2—3 (53 cm) waren alle *amoena*- oder F_1- ähnlich, während die drei übrigen, XIX—2—4 (13 cm), XIX—2—6 (19 cm) und XIX—2—7 (23 cm) die Höhe von *Whitneyi* hatten. Diese drei waren aber sehr kümmerlich, und die zwei erstgenannten von ihnen blühten gar nicht. Die 6 F_2-Pflanzen nach XIX—20 waren alle ziemlich gleich und F_1- oder *amoena*-ähnlich mit der Höhe von bezw. 74, 53, 59, 57, 64 und 61 cm. Wenn diese drei F_2-Generationen zusammen genommen werden, wird also die Zahl der hohen, *amoena*- oder F_1-ähnlichen, Pflanzen 12, die der kleinen 4. Die Spaltung ist also deutlich mono-

hybrid mit völliger Übereinstimmung der gefundenen und der berechneten Zahlen. Auch in F_2 der reziproken Kreuzung, nach XXI—13 (Fig. 25), war die Spaltung in höhere und niedrigere Formen deutlich und monohybrid (20 : 6, berechnet 19,5 : 6,5), obgleich hier der Unterschied nicht so scharf war und ausserdem alle einen verhältnismässig dichten Blütenstand, mit nur kleinen Verschiedenheiten, besassen. Es wurden hier keine reine *amoena*-Formen herausgespaltet und die Spaltung in Internodienlänge war ziemlich undeutlich. Dies zeigt, dass die Höhe und die Internodienlänge nicht zusammen vererbt werden. Von besonderem Interesse ist, dass die beiden reziproken Kreuzungen sich in der Internodienlänge verschieden verhalten, indem XIX sehr scharfe Spaltung zeigt, XXI aber nur eine undeutliche. Da aber die F_1-Generation in beiden Kreuzungen in der Internodienlänge der Blütenregion variierte, kann dies eine genotypische Spaltung bedeutet haben und es nur ein Zufall gewesen sein, dass von den Kreuzungen verschiedene Genotypen in F_1 selbstbefruchtet wurden. Nur grössere Zahlen können hierüber die Klärung bringen.

Fig. 26. F_2-Pflanzen der Artkreuzung XII (XII —3—4, XII—3—2, XII—3—3).

Fig. 27. F_2-Pflanzen der Artkreuzung XII (XII —32—1, XII—32—2, XII—32—3).

Whitneyi, lockerer Typus × *amoena*. Kreuzungen XII und XIII, 1917—20—5 × 1917—15—1 bezw. 1917—20—5 × 1917—16—4.

Da dieselbe *Whitneyi*-Pflanze in beiden Kreuzungen

benutzt wurde, behandle ich sie hier zusammen. Die F_1-Pflanzen waren auch hier dem *amoena*-Typus ähnlicher, und in F_2 trat Spaltung ein. Unter den Nachkommen von XII—1 waren zwei, XII—1—1 und XII—1—2, verhältnismässig hoch (55 bezw. 44 cm), die dritte XII—1—3, die vor dem Photographieren dieser Pflanzen starb und deswegen nicht auf der Fig. 28 ist, dagegen ziemlich klein (32 cm). Auch unter den Nachkommen von XII—32 (Fig. 27) waren zwei, XII—32—1 und XII—32—3, hoch (72 bezw. 59 cm), die dritte XII—32—2 niedrig (23 cm). Die drei Nachkommen von XII—3 waren dagegen alle ziemlich hoch, wie die Fig. 26 zeigt, etwa von derselben Höhe wie XII—4—3, leider wurden sie nicht gemessen. Die einzige F_2-Pflanze der Kreuzung XIII war 60 cm und also hoch. Es waren also in F_2 dieser beiden Kreuzungen zusammen 8 hohe und 2 niedrige Pflanzen vorhanden, was einer monohybriden Spaltung entspricht. Auch in der Internodienlänge kam eine deutliche Spaltung vor, wie die Fig. 26 zeigt, wo z. B. XII—3—2 einen deutlichen *amoena*-Typus hat.

Nach Kreuzungen von *amoena* mit sowohl dem dichten als dem lockeren Typus von *Whitneyi* kam also in F_2 eine Spaltung sowohl in der Internodienlänge als in der Höhe vor, die vielleicht in beiden Charakteren und sehr wahrscheinlich im letzteren monohybrid war. Der Unterschied in der Höhe wird also hauptsächlich durch ein einziges Gen verursacht gewesen sein. Ob die ausgespalteten niedrigen Formen in beiden Fällen demselben Typus gehörten, ist wegen des verhältnismässig schlechten Zustandes der Pflanzen nicht mit Sicherheit zu entscheiden. Immerhin scheint die Pflanze XIX—2—7 einem mehr lockeren Typus als XIX—1—4 zu gehören. Wenn dies richtig ist, würden also beide *Whitneyi*-Typen in derselben Kreuzung mit einer dichten *Whitneyi*-Form ausgespaltet werden können. Wenn ein Gen für die *amoena*-Höhe mit *V* bezeichnet wird, und die *amoena*-Pflanzen *MMVV*, die dichten *Whitneyi mmvv* waren, würde man tatsächlich in F_2 dieser Kreuzung auch *MMvv*-Pflanzen vom lockeren *Whitneyi*-Typus erwarten. Da alle Pflanzen mit *V* die *amoena*-Höhe bekommen, wird die hauptsächliche Spaltung nach dem Verhältnis 3 : 1 stattfinden, während unter den niedrigen Formen auch zwei verschiedene Höhentypen vorkommen würden. Bei der Kreuzung mit dem lockeren *Whitneyi*-Typus, also einer Verbindung *MMVV* × *MMvv*, würde in F_2 auch eine 3 : 1 Spaltung stattfinden, die niedrigen würden hier aber alle demselben Typus gehören. Ob dies die richtige Erklärung ist, wird erst durch grössere Zahlen entschieden werden können.

Von grossem Interesse ist die Spaltung in bezug auf die Inter-

Fig. 28. F_2-Pflanzen der Artkreuzungen XII und XVIII (XII—1—1, XII—1—2, XVIII—4—1, XVIII—4—2).

Fig. 29. Kreuzung eines Artbastards mit *Whitneyi*. F_1 (I—25 × 1917—20—5—1).

nodienlänge, da dieser Charakter von systematischer Bedeutung ist. Da auch hier bei sehr kleinen Zahlen die *P*-Typen ausgespaltet wurden, scheint auch diese Spaltung monohybrid zu sein. Da aber in F_2 der Kreuzung XXI die Spaltung undeutlich war und keine aus-

geprägte *amoena*-Typen ausgespaltet wurden, sind wahrscheinlich die Verhältnisse jedoch komplizierter.

Bei den Artkreuzungen I und XVIII kam eine deutliche Spaltung nicht vor. In F_2 der Kreuzung XVIII (Fig. 28) waren nur 6 Pflanzen vorhanden, und bei dieser kleinen Zahl war eine Spaltung kaum zu erwarten. Bei der Kreuzung von I—25 mit der *Whitneyi*-Pflanze 1917—20—5—1, waren zwar Verschiedenheiten in der Höhe unter den erhaltenen Pflanzen (Fig. 29) vorhanden, ob diese genotypischer Natur waren, bleibt aber noch festzustellen.

BLATTFARBE UND BLATTFORM.

In bezug auf diese Charaktere konnte keine genaue Untersuchung ausgeführt werden, da die meisten grösseren Blätter bei vielen Pflanzen sehr früh abfielen. Es trat aber in F_2 eine Spaltung ein, sowohl in bezug auf die Blattfarbe als auf die Blattform. So waren unter den Nachkommen von XXI—13 einige heller, andere dunkler grün als die Mehrzahl. Unter den Nachkommen von XIX—2 war z. B. XIX—2—2 ziemlich breitblätterig, XIX—2—6 und XIX—2—7 dagegen schmalblätterig. Beide Spaltungen halte ich für genotypisch, obgleich besonders die Blattform stark modifiziert werden kann, da solche Unterschiede bei *Whitneyi* vererbbar waren und hier eine genotypische Spaltung in diesen Charakteren zu erwarten war, weil *amoena* schmälere und dunklere Blätter als die meisten *Whitneyi*-Formen hat. Eine genaue Analyse kann aber erst durch die Untersuchung von F_3 und grösseren Zahlen von F_2-Pflanzen ausgeführt werden.

ZUSAMMENFASSUNG ÜBER DIE ARTKREUZUNGEN.

In den ersten Jahren nach der Wiederentdeckung der Mendelschen Regeln wurde vielfach behauptet, dass diese Regeln nur für Varietätenkreuzungen, nicht aber für Artkreuzungen gelten. Während Varietätenbastarde in F_2 aufspalten, sollten Artbastarde dagegen in F_2 und folgenden Generationen konstant sein. Jedoch hatte Naudin schon 1859 (Blaringhem 1911) eine sehr weitgehende Spaltung in F_2 mehrerer Artbastarde konstatiert. Seit 1900 sind sehr viele Fälle von in F_2 oder bei Rückkreuzungen spaltenden Artbastarde bekannt worden, so unter Pflanzen in den Gattungen *Rubus* (Lidforss 1905, 1907, 1914), *Mirabilis* (Correns 1909), *Lappa* (Heribert-Nilsson 1910), *Linum* (Tammes 1911), *Antirrhinum* (Baur 1911, Lotsy 1912, 1913, 1916), *Geum* (Weiss 1912, Rosén 1916), *Pisum* (Sutton 1913), *Dianthus*

(WICHLER 1913), *Nicotiana* (HAIG-THOMAS 1913, EAST 1916, MALINOWSKI 1916), *Brassica* (KAJANUS 1913, 1917), *Vitis* (RASMUSON 1914, 1916), *Viola* (KRISTOFFERSSON 1914, 1916), *Cistus* (GARD 1914), *Petunia* (LOTSY 1914), bei verschiedenen *Getreidesartbastarden* (TSCHERMAK 1914), in den Gattungen *Salix* (HERIBERT-NILSSON 1918, IKENO 1918), *Medicago* (HAGEM 1919), *Epilobium* (LEHMANN 1919, ÅKERMAN 1921), *Aquilegia*, *Melandrium* (BAUR 1919) und warscheinlich *Spirogyra* (TRANSEAU 1919). Auch spaltet der Gattungsbastard *Triticum sativum* × *Secale cereale* (JESENKO 1913) bei Rückkreuzungen auf. Auch bei Tieren sind viele Fälle in F_2 spaltender Artbastarde bekannt und zwar bei ganz verschiedenen Klassen, so bei *Phasanen* (HAIG-THOMAS 1913), bei dem Gattungsbastarde *Xiphophorus strigatus* × *Platypoecilius maculatus* (GERSCHLER 1914) und in den Gattungen *Poecilopsis* (HARRISON 1917), *Philosamia* (HAWKES 1918) und *Tephrosia* (HARRISON 1920 b).

Es gibt aber auch Artbastarde, für welche von kritischen Forschern in den letzten Jahren eine Nichtspaltung in F_2 von allen oder von fast allen Charakteren behauptet wird, so bei den Schmetterlingsgattungen *Pygaera* (FEDERLEY 1913) und *Oporabia* (HARRISON 1920 a). Bei *Pygaera* ist als Ursache der Nichtspaltung festgestellt worden, dass die grosse Mehrzahl der Chromosomen der beiden Arten nicht konjugieren können. Einzelne Chromosomen können aber konjugieren, und damit hängt höchst wahrscheinlich zusammen, dass eine Mendelspaltung für einen einzigen Charakter (die Farbe einer Warze bei der Raupe) nachgewiesen werden konnte. Diese Untersuchungen von FEDERLEY sind also eine schöne Bestätigung der Chromosomentheorie. Bei *Oporabia* kann das Ausbleiben der Spaltung nicht in dieser Weise erklärt werden, denn bei dem betreffenden Bastard *O. filigrammaria* × *autumnata* konjugierten nach HARRISON (1920 a) fast alle Chomosomen, nur eins oder zwei ausgenommen. Da aber hier in F_2 keine sichtbare Spaltung vorhanden war, in F_3 dagegen mehrere Individuen von einem abweichenden Typus auftraten, scheint mir dieser Fall dringend eine neue eingehende Untersuchung zu brauchen, ehe er als ein Fall nichtspaltender Artbastarde angeführt werden kann.

Wenn also wahrscheinlich in allen Fällen, wo eine Chromosomenkonjugation stattfinden kann, eine Spaltung in F_2 der Artbastarde auch vorkommt, so ist die Möglichkeit immerhin vorhanden, dass diese in anderer Weise und nach anderen Gesetzen verläuft als bei Varietätenkreuzungen. GOLDSCHMIDT (1918, 1920) erwähnt, dass bei Kreuzung der nordeuropäischen Form von *Callimorpha dominula* mit rotgefleckten Flügeln mit der italiänischen Form, deren Flügel gelbgefleckt sind,

die F_1-Schmetterlinge intermediär, orange, werden, während in F_2 eine Spaltung im Verhältnis 1 : 2 : 1 eintritt. Bei der Kreuzung der rotgefleckten mit einer selten in Deutschland vorkommenden, der italiänischen ganz ähnlichen Form werden die F_1-Tiere rotgefleckt, und in F_2 tritt eine Spaltung im Verhältnis 3 : 1 ein. In beiden Fällen kommt also Spaltung in F_2 vor, die F_1-Generationen sind aber verschieden, und hier gehören jedoch alle Formen derselben Art. Man würde deswegen vielleicht den Schluss ziehen können, dass wenn zwei Formen weniger verwandt sind, sie andere Spaltungsverhältnisse zeigen. Mit dieser Auffassung scheinen auch die Verhältnisse in der Gattung *Tephrosia* übereinzustimmen. Um festzustellen, ob derselbe Charakter sich bei einer Artkreuzung anders als bei einer Varietätenkreuzung verhält, hat Harrison (1920 b) eine melanistische Form von *T. crepuscularia* sowohl mit der typischen hellen Form derselben Art als auch mit der typischen hellen Form von *T. bistortata,* von welcher Art auch eine melanistische Form vorkommt, gekreuzt. In beiden Fällen bekam er eine melanistische F_1-Generation, im ersten Falle spaltete aber die F_2-Generation im Verhältnis 3 : 1, im letzteren dagegen in einer kontinuierlichen Reihe auf, wo keine Klassifikation möglich war. Er zieht hieraus den Schluss, dass diese kontinuierliche Variation nicht durch Polymerie erklärt werden kann, da die Varietätenkreuzung zeigt, dass nur ein Gen vorhanden ist, und er meint, dass die richtige Erklärung eine Veränderung der Gene durch die Artkreuzung ist.

Meiner Meinung nach sind diese Schlüsse nicht völlig berechtigt. Wie Federley (1920) neulich gezeigt hat, kommt Polymerie auch bei Schmetterlingen vor, und es scheint mir als ob wir die Verhältnisse in *Tephrosia* auch durch Polymerie erklären können. Wir brauchen nur ein Gen, z. B. *A,* annehmen, das notwendig vorhanden sein muss, damit die dunkle Farbe sich entwickeln kann, das selbst aber nur schwache oder keine sichtbare Wirkung hat, und mehrere andere Gene z. B. *B, C, D* etc., die die dunkle Farbe verstärken. Wenn dann die melanistische Form von *T. crepuscularia AABBCCDD,* die typische Form dieser Art *aaBBCCDD* und die typische Form von *T. bistortata AAbbccdd* ist, wird man tatsächlich in F_2 der Varietätenkreuzung eine 3 : 1 Spaltung, in F_2 der Artkreuzung dagegen eine kontinuierliche Serie erhalten.

Bei den Artkreuzungen von *Oenothera* kommen auch Spaltungen vor, hier liegen aber eigentümliche Verhältnisse vor, die noch nicht ganz aufgeklärt sind; auf die Literatur über diese Gattung gehe ich aber hier nicht ein. Auch bei *Epilobium* scheinen mehr komplizierte

Verhältnisse vorhanden zu sein, da die reziproken Bastarde ganz verschieden sein können (LEHMANN 1918), eine Beschreibung der spaltenden F_2-Generation liegt aber bei dieser Gattung nicht vor. Bei der Kreuzung von anderen *Epilobium*-Arten können aber die reziproken Kreuzungen in F_1 gleich ausfallen (ÅKERMAN 1921).

Da die von mir dargestellten Bastarde zwischen den *Godetia*-Arten *Whitneyi* und *amoena* fast völlig steril waren, bekam ich von ihnen nur sehr kleine F_2-Generationen. Deswegen war kaum deutliche Spaltungen zu erwarten. *Trotz den kleinen Zahlen traten aber in bezug auf alle genau untersuchten Eigenschaften, Blütenfarbe, gefüllte Blüten, Höhe der Pflanze, Internodienlänge des Blütenstandes und wahrscheinlich auch in bezug auf Blattfarbe und Blattform genotypische Spaltung ein.* Da die Blattform sehr modifizierbar ist, kann erst eine Untersuchung von F_3 entscheiden, ob die in F_2 vorhandenen Unterschiede genotypischer Natur waren. *In bezug auf Blütenfarbe, gefüllte Blüten und Höhe der Pflanze entsprachen die gefundenen Zahlen den gewöhnlichen Mendelschen, und hier konnte eine recht genaue Analyse der Spaltungen ausgeführt werden, obgleich einige Einzelheiten noch nicht ganz klar sind. Auch in bezug auf die systematisch bedeutungsvolle Internodienlänge des Blütenstandes war die Spaltung wahrscheinlich wenig kompliziert.* Da ich gleichzeitig durch Varietätenkreuzungen die beiden Arten *Whitneyi* und *amoena* ziemlich eingehend genetisch analysiert hatte, war es möglich festzustellen, ob die Gene sich bei den Artkreuzungen anders als bei den Varietätenkreuzungen verhielten. Das Resultat war, dass *in allen genau untersuchten Fällen die Spaltungen in F_2 der Artbastarde gerade so ausfielen, wie man nach den Resultaten der Varietätenkreuzungen erwarten würde, und dass auch in den weniger analysierten Fällen nichts vorkam, das mit diesen Resultaten nicht übereinstimmen könnte.* Wenn Unregelmässigkeiten vorkamen, wie z. B. das Auftreten von Pflanzen mit stärker gefärbter Unterseite der Kronenblätter in F_2 der Kreuzung XXI oder die Verminderung der Ausbreitung des roten Pigments bei der Kreuzung von I—25 mit 1917—20—5—1, so konnten diese auch bei den entsprechenden Varietätenkreuzungen nachgewiesen werden. Man kann also bei *Godetia* mit Sicherheit den Schluss ziehen, dass *wenigstens sehr viele und höchst wahrscheinlich alle Gene sich bei Artkreuzungen genau in derselben Weise wie bei Varietätenkreuzungen verhalten, und dass also eine Veränderung der Gene durch die Artkreuzung nicht zustande kommt.* Da die *Godetia*-Bastarde fast völlig steril sind, würde man wohl sonst gerade hier eine solche Veränderung erwarten. Deswegen

scheint mir die von mir gegebene Erklärung der Resultate von HARRISON wahrscheinlicher zu sein als die von ihm selbst gegebene. Vielleicht würde er bei der nicht ausgeführten Kreuzung der typischen Form von *bistortata* mit der melanistischen derselben Art eine ganz ähnliche F_2-Spaltung wie bei der Artkreuzung erhalten. Deswegen wäre es wünschenswert, dass diese Kreuzung ausgeführt werden könnte.

Zusammenfassend können wir also in bezug auf die zweite Aufgabe dieser Arbeit feststellen, dass *nach allen jetzt vorliegenden Resultaten zu urteilen die Bastarde zwischen den Godetia-Arten Whitneyi und amoena in F_2 genau in derselben Weise wie die Varietätenbastarde spalten und dass also kein prinzipieller Unterschied zwischen diesen Arten von Kreuzungen besteht. Meiner Meinung nach wird man dieser Schluss in der Weise verallgemeinern dürfen, dass Artbastarde sich nicht prinzipiell verschieden von Varietätenbastarden verhalten. Zwar können bei Artbastarden Komplikationen vorkommen, dies ist aber auch bei Varietätenkreuzungen der Fall, ich brauche nur an die gefüllten Rassen von Matthiola zu erinnern, und dies ist also kein Gegenbeweis.*

SUMMARY.

1) These investigations were undertaken in order to procure a complete genetical analysis of the *Godetia*-species *Whitneyi* and *amoena* and to determine whether the hybrids between these two species show segregation in F_2, and if this is the case, whether this segregation follows the same principles as the segregation of varietal crosses.

2) *Varietal crosses* were made within *Whitneyi* as to the following characters: flower colour, size of corolla, doubleness of flowers, leaf colour, shape of leaves and habit of growth.

3) As to flower colour the following pairs of genes were shown to occur.

A—a, *aa*-plants with yellow margins, *AA*- and *Aa*-plants non-yellow.
B—b, *B* produces light lilac colour.
C—c, *C* produces rose colour, the heterozygotes being often very light, nearly white.
D—d, *D* alone has no visible effect; it produces lilac colour with *B* or *C*.
E—e, *E* produces red colour.
F—f, *F* alone has no visible effect but gives with *E* the type red with light margins.

G—g, *G* produces a red spot in the centre of the petal; *Gg*-plants have a smaller spot.

H—h, *H* enlarges the spot produced by *G*, but has alone no visible effect.

I—i, *I* gives, probably only with *B*, rose-lilac colour.

Linkage was shown to occur between *B—b* and *E—e*, *E—e* and *G—g*, *C—c* and *F—f*. Thus *B—b*, *E—e* and *G—g* are located in the same pair of chromosomes, while *C—c* and *F—f* both are located in another pair. As to *B—b* and *E—e* the gametic ratio was found to be about 6 : 1 : 1 : 6, the crossing-over percentage thus being about 14,3. As to the other cases of linkage the ratio of gametes could not be determined.

4) As to the size of the corolla it was shown that the *aa*-plants have a smaller corolla on the average than the plants with *A*. Probably other genes are also involved in producing differences in the size of the corolla.

5) Single flowers are more or less completely dominant over double ones.

6) Segregation as to leaf colour was shown to occur in several crosses, though classes could not be sharply distinguished. Dark colour dominates, though probably not completely, over light colour. At least two pairs of genes are involved.

7) As to the shape of leaves genetical differences were shown to occur, and segregation was found to take place in F_2 from several crosses. In order to express the shape the relative length $= \frac{\text{length}}{\text{breadth}}$ was exactly determined, and a great number of leaves were measured. The genes for length and breadth were found to segregate more or less independently, and thus the segregation with regard to the shape of the leaf was produced. Probably only a few pairs of genes are involved. The genetical type of a plant can be determined only by measuring the leaves of its offspring as the modifications are very pronounced.

8) The low, dense type of growth was shown to be recessive to the high, lax type, the segregation in F_2 being simple. The genes involved are named *R—r*. The gene *R* is probably inherited quite independently of the genes for flower colour, *E* and *F*.

9) In *amoena varietal crosses* were made with regard to flower colour and doubleness of flowers.

10) Two different homozygotically spotted types of *amoena* occur.

One of them has a red spot at the base of the petals (»Basalfleck», type II), the other has a more lilac red spot across the middle part of the petals (»Querfleck», type I). The heterozygotes between these two types possess both spots (type III) and segregate in F_2 in the ratio 1 : 2 : 1. As in the F_2-generation from crosses between these types and unspotted *Whitneyi*-forms the two types segregate in the ratio 3 : 1 and as, further, only the types I and II were obtained in a cross between type III and an unspotted form, a case of multiple allelomorphism possibly is present here. My numbers, however, are rather small and the case is perhaps only one of high linkage. Two pairs of genes (*K*, producing the »Querfleck», *L*, producing the »Basalfleck») are preliminary assumed.

A sectoral chimaera was obtained in one of my F_2-generations, which had flowers of both the type III and the type II. This is probably a case of mutation.

11) There are two double-flowering varieties in *amoena*. One has almost single or only a few double flowers with seldom more than 5—6 petals, the other has all or nearly all flowers double and mostly with a great number of petals. The pronounced double race is more or less dominant over the less double one. The ratio 3 : 1 is obtained in F_2, though the classes are not distinct. The pair of genes involved is named *U—u*. The plants of the colour type II are always more pronounced double than those of the type III, and these are more double than those of the type I. Thus the gene *L* has an augmenting effect, or the gene *K* an attenuating effect, or they are closely linked with genes of such effects. On the plants of the slightly double race this effect is much smaller than on the plants of the other race, and thus the 3 : 1 ratio in F_2 is obtained.

12) No *Oenothera*-like phenomena did occur in the varietal crosses. Only one case of a probable mutation (the chimaera) was found.

13) In the *crosses between Whitneyi and amoena* all the F_1-hybrids were almost completely sterile both as to the pollen and as to the ovules, and therefore only very small numbers were obtained in F_2.

14) A segregation in F_2 did occur as to flower colour, doubleness of flowers, heigth of the plant, length of the internodes in the flowering part, and probably as to colour and shape of leaves. The two latter characters, especially the shape of leaves, are rather modifiable and

must therefore be followed in F_3. Such a F_3-generation, however, has not as yet been raised.

15) As to flower colour, doubleness of flowers, and heigth of plant an analysis was procured. It was shown that the genes in these species crosses behaved in exactly the same manner as in the varietal crosses. A change of the genes by species crossing cannot, therefore, have taken place in this case.

16) The case brought forth by HARRISON as an example of a gene changed by species crossing is explained on a factorial base.

17) From the fact that in *Godetia* no difference is seen in the behaviour of the genes in the species crosses and in the varietal crosses the conclusion is drawn that there is no principal difference between species and variety crosses with regard to the behaviour in F_2.

ZITIERTE LITERATUR.

1. BATESON, W. and PUNNETT, R. C. 1911—12. On the Inter-relations of Genetic Factors. Proceed. of the Roy. Soc. B. 84.
2. BATESON, W., SAUNDERS, E. R. and PUNNETT, R. C. 1905. Experimental Studies in the Physiology of Heredity. Reports to the Evolution Committee. Report II.
3. — 1906. Ibidem. Report III.
4. — 1908. Ibidem. Report IV.
5. BATESON, W. and SUTTON, I. 1919. Double Flowers and Sex-Linkage in *Begonia*. Journal of Genetics VIII.
6. BAUR, E. 1910. Vererbungs- und Bastardierungsversuche mit *Antirrhinum*. Zeitschr. ind. Abst. Vererb. III.
7. — 1911. Einführung in die experimentelle Vererbungslehre. Erste Auflage. Berlin.
8. — 1919. Ibidem. 3. und 4. Auflage.
9. BLARINGHEM, L. 1911. La notion d'espèce et la disjonction des hybrides d'après CHARLES NAUDIN (1852—75). Progr. rei bot. IV.
10. CORRENS, C. 1903. Über die dominierenden Merkmale der Bastarde. Ber. d. D. Bot. Ges. XXI.
11. — 1909. Vererbungsversuche mit blass(gelb)grünen und buntblättrigen Sippen bei *Mirabilis Jalapa, Urtica pilulifera* und *Lunaria annua*. Zeitschr. ind. Abst. Vererb. I.
12. DAHLGREN, K. V. O. 1918. Über einige Kreuzungsversuche mit *Chelidonium majus* L., *Polemonium coeruleum* L. und *Lactuca muralis* L. Svensk Bot. Tidskrift XII.
13. DEXTER, J. S. 1918. Inheritance in *Orthoptera*. The Amer. Nat. LII.
14. EAST, E. M. 1916. Inheritance in crosses between *Nicotiana Langsdorffii* und *Nicotiana alata*. Genetics I.

15. Federley, H. 1913. Das Verhalten der Chromosomen bei der Spermatogenese der Schmetterlinge *Pygaera anachoreta, curtula* und *pigra* sowie einiger ihrer Bastarde. Zeitschr. ind. Abst. Vererb. IX.
16. — 1920. Die Bedeutung der polymeren Faktoren für die Zeichnung der *Lepidopteren*. Hereditas I.
17. Frimmel, F. 1920. Notiz über Dominanzverhältnisse bei *Fuchsien*bastarden. Zeitschr. ind. Abst. Vererb. XXIV.
18. Frost, H. B. 1915. The Inheritance of Doubleness in *Matthiola* and *Petunia*. I. The Hypotheses. The Amer. Nat. IL.
19. Gard, M. 1914. Recherches sur les hybrides artificiels de *Cistes*, obtenus par E. Bornet. Troisième mémoire. Les hybrides dérivés et les hybrides complexes. Beihefte zum Bot. Centralblatt XXXI.
20. Gerschler, M. W. 1914. Über alternative Vererbung bei Kreuzung von *Cyprinodontiden*-Gattungen. Zeitschr. ind. Abst. Vererb. XII.
21. Goldschmidt, R. 1913. Der Vererbungsmodus der gefüllten Levkojenrassen als Fall geschlechtsbegrenzter Vererbung? Zeitschr. ind. Abst. Vererb. X.
22. — 1918. A Preliminary Report on some Genetic Experiments concerning Evolution. The Amer. Nat. LII.
23. — 1920. Die quantitative Grundlage der Vererbung und Artbildung. Vorträge und Aufsätze über Entw. d. Org. H. XXIV.
24. Gregory, R. P. 1911. Experiments with *Primula sinensis*. Journal of Genetics I.
25. Hagem, O. 1919. Einige F_2- und F_3-Generationen bei dem Bastard *Medicago sativa* × *M. falcata*. Nyt Magazin for Naturvidenskaberne. 56.
26. Haig-Thomas, R. 1913. *Nicotiana* Crosses. IV Conférence internationale de génétique. Paris.
27. — 1913. Note sur les croisements de faisans. Ibidem.
28. Harrison, J. W. H. 1917. Studies in the Hybrid *Bistoninæ* II. Journal of Genetics VI.
29. — 1920 a. Genetical Studies in the Moths of the Geometrid Genus *Oporabia (Oporinia)* with a special consideration of Melanism in the *Lepidoptera*. Journal of Genetics IX.
30. 1920 b. The Inheritance of Melanism in the Genus *Tephrosia (Ectropis)* with some consideration of the Inconstancy of Unit Characters under Crossing. Journal of Genetics X.
31. Hawkes, Mrs O. A. M. 1918. Studies in Inheritance in the Hybrid *Philosamia (Attacus) ricini* (Boisd) ♂ × *Philosamia cynthia* (Drury) ♀. Journal of Genetics VII.
32. Heribert-Nilsson, N. 1910. Iakttagelser öfver descendenterna af en spontan artbastard *(Lappa officinalis* L. × *tomentosa* L.). Bot. Not.
33. — 1918. Experimentelle Studien über Variabilität, Spaltung, Artbildung und Evolution in der Gattung *Salix*. Lunds Univ. Årsskrift. N. F. Avd. 2. Bd 14. Nr 28.
34. Howell, 1903. A Flora of Northwest America. Vol. I. Phanerogamae.
35. Ikeno, S. 1918. On Hybridisation of some Species of *Salix*. Journal of Genetics VIII.
36. Index Kewensis II. Oxford 1893.
37. Jepson, 1901. A Flora of Western Middle California. Berkeley.

38. Jesenko, F. 1913. Über Getreide-Speziesbastarde (Weizen-Roggen). Zeitschr. ind. Abst. Vererb. X.
39. Johannsen, W. 1913. Elemente der exakten Erblichkeitslehre. 2 Auflage.
40. Kajanus, B. 1913. Über die Vererbungsweise gewisser Merkmale der *Beta*- und *Brassica*-Rüben. Zeitschr. f. Pflanzenzücht. I.
41. — 1917. Über Bastardierungen zwischen *Brassica Napus* L. und *Brassica Rapa* L. Zeitschr. f. Pflanzenzücht. V.
42. Kristoffersson, K. B. 1914. Über Bastarde zwischen elementaren Spezies der *Viola tricolor* und *V. arvensis*. Bot. Not.
43. — 1916. Om nedärvning av herkogami och autogami hos *Viola*. Bot. Not.
44. Lehmann, E. 1918. Über reziproke Bastarde zwischen *Epilobium roseum* und *parviflorum*. Zeitschr. f. Botanik X.
45. — 1919. Weitere *Epilobium*-Kreuzungen. Ber. d. D. Bot. Ges. XXXVII.
46. Lidforss, B. 1905. Studier öfver artbildningen inom släktet *Rubus*. Arkiv för botanik. Bd 4. N:o 6.
47. — 1907. Studier öfver artbildningen inom släktet *Rubus*. II. Ibidem. Bd 6. N:o 16.
48. — 1914. Resumé seiner Arbeiten über *Rubus*. Zeitschr. ind. Abst. Vererb. XII.
49. Lilja. 1839. Flora öfver Sveriges odlade vexter. Stockholm.
50. Lodewijks, J. A. 1911. Erblichkeitsversuche mit Tabak. Zeitschr. ind. Abst. Vererb. V.
51. Lotsy, J. P. 1912. Versuche über Artbastarde und Betrachtungen über die Möglichkeit einer Evolution trotz Artbeständigkeit. Zeitschr. ind. Abst. Vererb. VIII.
52. — 1913. Hybrides entre espèces d'*Antirrhinum*. IV Conférence internationale de génétique. Paris.
53. — 1914. La théorie du croisement. Arch. Néerl. des Sciences Ex. et Nat. Série III B, Tome II.
54. — 1916. *Antirrhinum rhinanthoides* mihi. Ibidem. Série III B. Tome III.
55. Malinowski, E. 1916. Über das Auftauchen neuer Formen in der Nachkommenschaft von Bastarden *(Nicotiana atropurpurea* × *N. silvestris)*. Ber. Wissensch. Ges. Warschau IX. Abt. 8.
56. Morgan, T. H., Sturtevant, A. H., Muller, H. J. and Bridges, C. B. 1915. The Mechanism of Mendelian Heredity. New York.
57. Nabours, R. K. 1917 a. Studies of inheritance and evolution in *Orthoptera*. II. Journal of Genetics VII.
58. — 1917 b. Studies of inheritance and evolution in *Orthoptera*. III. Ibidem.
59. Nilsson-Ehle, H. 1909. Kreuzungsuntersuchungen an Hafer und Weizen. Lund.
60. — 1920. Multiple Allelomorphe und Komplexmutationen beim Weizen. Hereditas I.
61. Rasmuson, H. 1914. Über Vererbung bei *Vitis*. Mitteil. aus der Kaiserl. Biol. Anst. f. Land- und Forstw. Nr 15.
62. — 1916. Kreuzungsuntersuchungen bei Reben. Zeitschr. ind. Abst. Vererb. XVII.
63. — 1919. Genetische Untersuchungen in der Gattung *Godetia* (Vorl. Mitteil.). Ber. d. D. Bot. Ges. XXXVII.
64. — 1920 a. On some Hybridisation Experiments with Varieties of *Collinsia* Species. Hereditas I.

65. Rasmuson, H. 1920 b. Die Hauptergebnisse von einigen genetischen Versuchen mit verschiedenen Formen von *Tropaeolum, Clarkia* und *Impatiens* (Vorl. Mitteil.). Hereditas I.
66. Renner, O. 1917. Versuche über die gametische Konstitution der *Önotheren*. Zeitschr. ind. Abst. Vererb. XVIII.
67. Rosén, D. 1916. Kreuzungsversuche *Geum urbanum* L. ♀ × *rivale* L. ♂. Bot. Not.
68. Saunders, E. R. 1910. Studies in Inheritance of Doubleness in Flowers. I. *Petunia*. Journal of Genetics I.
69. — 1911. Further Experiments on the Inheritance of »Doubleness» and other Characters in Stocks. Ibidem.
70. — 1913. On the mode of Inheritance of certain Characters in Double-throwing Stocks. Zeitschr. ind. Abst. Vererb. X.
71. — 1916 a. On selective partial sterility as an explanation of the behavior of the double-throwing Stock and the *Petunia*. The Amer. Nat. L.
72. — 1916 b. The results of further breeding experiments with *Petunia*. Ibidem.
73. — 1917. Studies in the Inheritance of Doubleness in Flowers. II. *Meconopsis, Althaea* and *Dianthus*. Journal of Genetics VI.
74. Sax, K. 1918. The Inheritance of Doubleness in *Chelidonium majus* L. Genetics III.
75. Sutton, A. W. 1913. Compte rendu d'éxpériences de croisements faites entre le pois sauvage de Palestine et les pois de commerce dans le but de découvrir entre eux quelque trace d'identité spécifique. IV Conférence internationale de génétique. Paris, 1911.
76. Tammes, T. 1911. Das Verhalten fluktuierend variierenden Merkmale bei der Bastardierung. Recueil d. Trav. Bot. Néerl. VIII.
77. Tischler, G. 1917. Chromosomenzahl, -Form und -Individualität im Pflanzenreiche. Progr. rei bot. V.
78. Transeau, E. N. 1919. Hybrids among species of *Spirogyra*. The Amer. Nat. LIII.
79. Tschermak, E. v. 1914. Über die Vererbungsweise von Art- und Gattungsbastarden innerhalb der Getreidegruppe. Mitt. landw. Lehrkanzeln k. k. Hochschule f. Bodenkultur Wien II (Nach Ref. in Zeitschr. ind. Abst. Vererb. XIV).
80. de Vries, H. 1901. Die Mutationstheorie I. Leipzig.
81. Weiss, F. E. 1912. *Geum intermedium* Ehr. and its segregates. British Association, section k. Dundee (Nach Rosén 1916 zitiert).
82. Wheldale, M. 1916. The Anthocyanin Pigments of Plants. Cambridge.
83. Wichler, G. 1913. Untersuchungen über den Bastard *Dianthus Armeria* × *Dianthus deltoides* nebst Bemerkungen über einige andere Artkreuzungen der Gattung *Dianthus*. Zeitschr. ind. Abst. Vererb. X.
84. Åkerman, Å. 1921. Untersuchungen über Bastarde zwischen *Epilobium hirsutum* und *Epilobium montanum*. Hereditas II.

TAFELERKLÄRUNG.

Tafel I, Fig. 1. *Whitneyi*, schwachviolett.
» 2. » , » , schwacher Fleck.
3. » , rosa (schwach), » » .
4. » , violett.
5. » , rosaviolett.
6. » , rotviolett.
7. » , violettrot.
8. » , dunkelrot.
9. » , hellrot.
10. » , rot, Seitenränder hell (= schwachviolett).
11. » , » » » (= » , schwächer).
12. » , » » » (= weisslich).
13. » , mit Fleck mittlerer Grösse.
14. » , grossfleckig.
15. » , kleinfleckig.
16. » , gelb.
17. » , ungeöffnete Blüte, schwachviolett, gelb.
18. » , » » , rot, Seitenränder hell, gelb.
19. » , » » , rot.
20. *Amoena*, rosa, Typus I.
21. » , » , » II.
» 22. » , » , » III.
23. *Whitneyi* × *amoena*, violett, Basalfleck.
24. » » » , rot, Seitenränder hell, Basalfleck.

INHALTSVERZEICHNIS.

Material und Methodik ..... S. 144
Keimungsversuche ..... » 145
I. Varietätenkreuzungen ..... » 152
A. Versuche mit *G. Whitneyi* » 152
Blütenfarbe ..... » 152
Blütengrösse ..... » 187
Gefüllte Blüten ..... » 201
Blattfarbe ..... » 208
Blattform ..... » 212
Wuchs ..... » 233
B. Versuche mit *G. amoena* » 244
Blütenfarbe ..... » 245
Gefüllte Blüten ..... » 249
C. Zusammenfassung über die Varietätenkreuzungen S. 261
II. Artkreuzungen ..... » 262
Blütenfarbe ..... » 262
Gefüllte Blüten ..... » 267
Wuchs ..... » 271
Blattfarbe und Blattform ... » 278
Zusammenfassung über die Artkreuzungen ..... » 278
Summary ..... » 282
Zitierte Literatur ..... » 285
Tafelerklärung ..... » 289

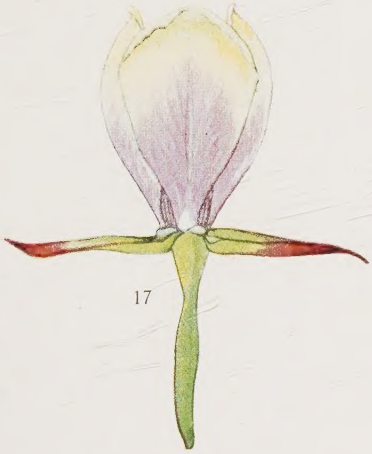
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

13

14

15

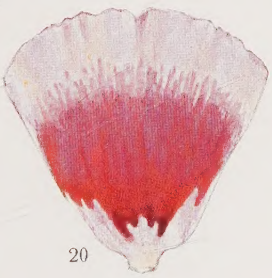
19



17

18

16



20

21

22

23

24

Cederquists Graf. A.-B., Sthlm.